

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-227428

(43)Date of publication of application : 03.09.1996

(51)Int.Cl.

G06F 17/50

(21)Application number : 07-031175

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 20.02.1995

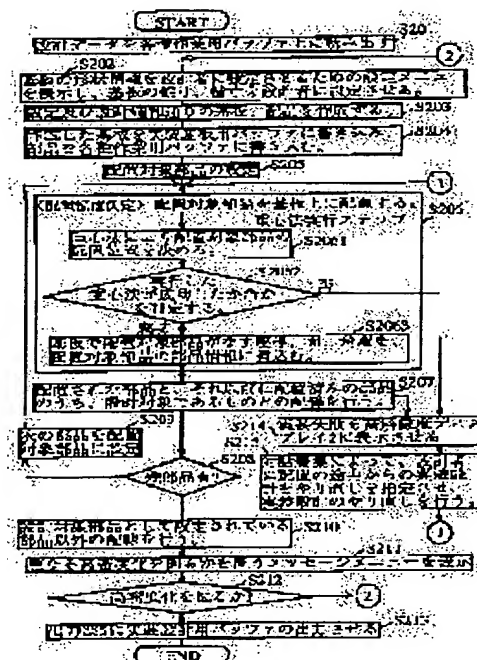
(72)Inventor : MIURA SHINJI  
TSUCHIDA MASAYUKI  
UEMURA HIROICHI  
YOSHIMURA HIROYUKI  
NISHIMURA YUICHI

(54) PRINTED CIRCUIT BOARD CAD DEVICE

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To provide the printed circuit board CAD device which arranges and wires components alternately.

**CONSTITUTION:** One of components is decided as a component to be arranged (step S205) and arranged on a circuit board (step S206). This arrangement step S206 consists of a gravity center method execution step S2061 which determines the arrangement position of the component to be arranged by a gravity center method and a decision step S2062 which decides whether or not the determination by the executed gravity center method is successful, and the component to be arranged is arranged on the circuit board through those steps. After the arrangement, the component and components to be designed among components which are already arranged are wired (step S207). After the wiring, a next component is set as a component to be arranged (step S209) and the arrangement and wiring are repeated (steps S206–S209).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.07.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-227428

(43)公開日 平成8年(1996)9月3日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 F 17/50

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/60

技術表示箇所

6 5 8 E

6 5 8 R

6 6 6 P

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 45 頁)

(21)出願番号

特願平7-31175

(22)出願日

平成7年(1995)2月20日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 三浦 伸治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 土田 雅之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 植村 博一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 中島 司朗

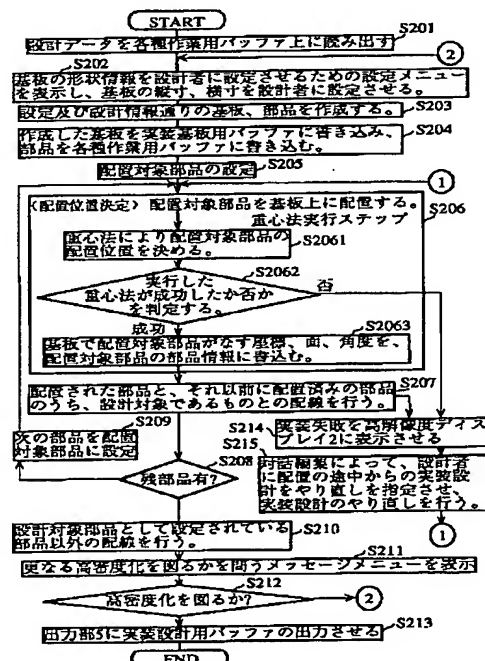
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プリント基板CAD装置

(57)【要約】

【目的】 部品配置と、部品間の配線とを交互に行うプリント基板CAD装置を提供する。

【構成】 部品の何れかを配置対象部品にし(ステップS205)、配置対象部品を基板上に配置する(ステップS206)。この配置ステップS206は、重心法により配置対象部品の配置位置を決める重心法実行ステップS2061と、当該実行した重心法が成功したか否かを判定する判定ステップS2062からなり、これらのステップにより、配置対象部品が基板上に配置される。配置後、当該部品と、それ以前に配置済みの部品のうち、設計対象であるものとの配線を行う(ステップS207)。配線後、次の部品を配置対象部品に設定し(ステップS209)、上記の配置、配線を繰り返す(ステップS206~S209)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】回路図上の部品群を、部品毎に配置位置を決定し、配線経路を決定するプリント基板 CAD 装置であって、

上記部品群に含まれる各部品の配置順序を記憶する配置順序記憶手段と、

配置位置が決定済みの部品及び配線経路が決定済みの接続線が基板上で占める領域を示す領域情報を記憶する占有領域記憶手段と、

基板上の領域のうち、配置位置が決定済みの部品及び配線経路が決定済みの接続線と避けて、上記部品群の部品の配置位置を 1 つずつ決定する配置位置決定手段と、

1 つの部品の配置位置が決定されると、その部品が基板上で占める領域を示す領域情報を占有領域記憶手段に書き込む第 1 の書き込み手段と、

1 つの部品の配置位置が決定されると、配置位置が決定済みの部品及び配線経路が決定済みの接続線と避けて、配置位置が決定された部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子との間の接続線の配線経路を決定する配線経路決定手段と、

接続線の配線経路が決定されると、その接続線が基板上で占める領域を示す領域情報を占有領域記憶手段に書き込む第 2 の書き込み手段とを備えることを特徴とするプリント基板 CAD 装置。

【請求項 2】配置位置決定手段は、

重心法等の配置位置決定アルゴリズムによって、次順の部品の配置位置を、配置済みの部品で占められる領域外及び禁止域外に算出する第 1 の算出手段と、

算出された配置位置で次順の部品が配線済みの接続線と重合した場合、当該接続線である障害接続線の配線経路を当該配置位置から退避させる第 1 の退避手段とを備えることを特徴とする請求項 1 記載のプリント基板 CAD 装置。

【請求項 3】配置位置決定手段は、

障害接続線が占める領域が空き領域と隣接しているかを判定する空き領域判定手段と、

空き領域が隣接していれば、その空き領域を、算出された障害接続線の配線経路の退避先とする第 1 の退避先決定手段とを備え、

第 1 の退避手段は、

障害接続線の配線経路を、退避先に決定された空き領域を通るように変更する第 1 の変更手段を備えることを特徴とする請求項 2 記載のプリント基板 CAD 装置

【請求項 4】配置位置決定手段は、

障害接続線が占める領域に空き領域が隣接していない場合、当該障害接続線が占める領域の周辺に位置する配置済みの部品及び配線済みの接続線を移動する第 1 の移動手段と、

第 1 の変更手段は、移動によって空いた領域を通るように、算出された領域中の障害接続線の配線経路を変更す

ることを特徴とする請求項 3 記載のプリント基板 CAD 装置

【請求項 5】プリント基板 CAD 装置は、回路図における全ての接続線と、各接続線につながる全ての端子を示す情報であるネット情報を記憶するネット情報記憶手段を備え、

配線経路決定手段は、

配置位置決定手段によって 1 つの部品の配置位置が決定されると、ネット情報記憶手段が記憶するネット情報のうち、当該部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子との接続関係を示すものを取り出す取出手段と、

取り出されたネット情報に示された端子間を結ぶ経路を、基板上の配線経路決定済みの接続線と占められる領域外及び禁止域外に形成し、形成した経路を配線経路とする経路形成手段とを備えることを特徴とする請求項 1 ～ 4 記載の何れかのプリント基板 CAD 装置。

【請求項 6】配線経路決定手段は、

経路形成手段によって形成された配線経路が配置位置決定済みの部品と重合した場合、当該配線経路から、当該部品である障害部品の配置位置及びその障害部品と接続している接続線の配線経路を退避させる第 2 の退避手段を備えることを特徴とする請求項 5 記載のプリント基板 CAD 装置。

【請求項 7】配線経路決定手段は、

障害部品及びその障害部品の接続線が占める領域が空き領域と隣接しているかを判定する第 2 の空き領域判定手段と、

空き領域と隣接していれば、その空き領域を、障害部品の配置位置及びその障害部品と接続している接続線の配線経路の退避先とする第 2 の退避先決定手段とを備え、第 2 の退避手段は、

障害部品の配置位置をその空き領域内に変更し、及びその障害部品と接続している接続線の配線経路を、退避先に決定された空き領域を通るように変更する第 2 の変更手段を備えることを特徴とする請求項 6 記載のプリント基板 CAD 装置

【請求項 8】配置位置決定手段は、

障害部品及びその障害部品と接続している接続線が占める領域に空き領域が隣接していない場合、当該障害接続線が占める領域の周辺に位置する配置済みの部品及び配線済みの接続線を移動する第 2 の移動手段と、

第 2 の変更手段は、移動によって空いた領域内に障害部品の配置位置を変更し、当該領域を通るように障害部品と接続している接続線の配線経路を変更することを特徴とする請求項 7 記載のプリント基板 CAD 装置

【請求項 9】ネット情報記憶手段が記憶するネット情報には、接続線がクリティカルパスか否かを示す情報が、個々の接続線毎に付加されており、

プリント基板 CAD 装置は更に、

10

20

30

40

50

経路形成手段によって部品についての配線経路が形成されると、ネット情報記憶手段の記憶内容を参照して、取り出し手段によって取り出されたネット情報のうち、クリティカルバスのネット情報であるものを判定し、判定されたネット情報に対応する接続線をクリティカルバスと判定する第1の判定手段と、クリティカルバスが判定されると、当該部品の配置位置を、判定されたクリティカルバスを介して接続されている部品側に寄せ、クリティカルバスの長さを切り詰める位置寄せ手段とを備えることを特徴とする請求項5記載のプリント基板CAD装置。

【請求項10】位置寄せ手段は、経路形成手段によって、クリティカルバスの経路が折れ線状に形成された場合、経路形成手段によって経路が形成された部品の配置位置をクリティカルバスを介して接続されている部品側に寄せると共に、当該折れ線の端点と節目との間隔、節目と節目との間隔を等縮して、クリティカルバスの長さを切り詰めることを特徴とする請求項9記載のプリント基板CAD装置。

【請求項11】ネット情報記憶手段が記憶するネット情報には、接続線がバス群に含まれているか否かを示す情報が個々のネット情報に付加され、プリント基板CAD装置は更に、経路形成手段によって部品についての配線経路が形成されると、ネット情報記憶手段の記憶内容を参照して、取り出し手段によって取り出されたネット情報のうち、バス群のネット情報であるものを判定し、判定されたネット情報に対応する一連の接続線をバス群と判定する第2の判定手段と、バス群と判定されると、当該部品の配置位置を、判定されたバス群を介して接続されている部品側に寄せ、バス群の長さを切り詰める位置寄せ手段とを備えることを特徴とする請求項5記載のプリント基板CAD装置。

【請求項12】位置寄せ手段は、経路形成手段によってバス群の経路が折れ線状に形成された場合、経路形成手段によって経路が形成された部品の配置位置をバス群を介して接続されている部品側に寄せると共に、当該折れ線の端点と節目との間隔、節目と節目との間隔の長さを等縮して、バス群の長さを切り詰めることを特徴とする請求項11記載のプリント基板CAD装置。

【請求項13】プリント基板CAD装置は更に、配置位置決定手段が部品の配置位置を基板上に決定できなかった場合、その部品及びその部品の後順の部品群が基板上で占める面積SPを算出する部品面積算出手段と、配置位置が決定できなかった部品及びその部品の後順の部品群が有する端子と既に配置された部品が有する端子との間の接続線が基板上で占める面積SRを推定する接続線面積推定手段と、

面積SPと面積SRとの合計値と、基板の面積Sとの比率を算出する比率算出手段と、算出された比率に基づいて、面積SPと面積SRとの合計値分だけ、基板の面積を拡大する基板の拡大幅を算出する拡大幅算出手段と、算出された拡大幅だけ、基板の大きさを拡大する基板拡大手段と、算出された拡大幅だけ拡大された基板上に、配置できなかった部品及びその部品の後順の部品群の配置位置の決定を、配置位置決定手段に行わせる再配置制御手段とを備えることを特徴とする請求項1記載のプリント基板CAD装置。

【請求項14】部品面積算出手段は、配置位置が決定された部品についての接続線の配線経路が基板上に決定できなかった場合、その部品の後順の部品群が基板上で占める面積SPを算出し、前記接続線面積推定手段は、配置位置が決定できなかった部品及びその部品の後順の部品群が有する端子と、既に配置された部品が有する端子との間の接続線が基板上で占める面積SRを推定し、比率算出手段は、面積SPと面積SRとの合計値と、基板の面積Sとの比率を算出し、拡大幅算出手段は、算出された比率に基づいて、面積SPと面積SRとの合計値分だけ、基板の面積を拡大する基板の拡大幅を算出し、基板拡大手段は、算出された拡大幅だけ、基板の大きさを拡大し、再配置制御手段は、配置位置決定手段に算出された拡大幅だけ拡大された基板上に、接続線が配線できなかった部品及びその部品の後順の部品群の配置位置の決定を行わせることを特徴とする請求項13記載のプリント基板CAD装置。

【請求項15】プリント基板CAD装置は更に、回路図上の全ての機能ブロックと、各機能ブロックに含まれる部品群とを記憶する機能ブロック記憶手段と、回路図上の全ての機能ブロックと、各機能ブロックに割り当てられた基板上の領域を記憶する領域記憶手段とを備え、配置位置決定手段は、領域記憶手段に記憶されている記憶内容を参照して、各機能ブロックに含まれる部品群の配置位置を、その機能ブロックに割り当てられた領域内に決定し、配線経路決定手段は、1つの部品の配置位置が決定されると、その部品が含まれる機能ブロック内に、配置位置が決定された部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子との間の接続線の配線経路を決定することを特徴とする請求項1記載のプリント基板CAD装置。

【請求項 16】プリント基板 CAD 装置は更に、  
配置位置決定手段が部品の配置位置が決定できなかった  
場合、その部品がどの機能ブロックに属していたかを判  
定する機能ブロック判定手段と、  
基板上の領域のうち、判定された機能ブロックに割り当  
てられた領域を拡大する領域拡大手段と、  
領域が拡大されると、配置位置決定手段に、拡大後の基  
板に対して、配置できなかった部品と、その部品の後順  
の部品の配置位置の決定を行わせる再配置制御手段と、  
を備えることを特徴とする請求項 15 記載のプリント基  
板 CAD 装置

【請求項 17】プリント基板 CAD 装置は更に、  
回路図上の一連の部品の配置位置が決定され、当該部品  
が有する端子間の配線経路が全て決定されると、配置位  
置が決定された部品によって占められる領域の枠組みを  
基板上に生成する枠組み生成手段を備え、  
生成された枠組みのみからなる基板外形を作成する基板  
作成手段と、  
作成された基板外形上に、配置位置決定手段に、部品群  
の配置位置の決定を行わせる配置制御手段とを備えるこ  
とを特徴とする請求項 1 記載のプリント基板 CAD 装  
置。

【請求項 18】プリント基板 CAD 装置は更に、  
配線経路決定手段によって 1 つの部品の配線経路が決定  
されると、当該部品が有する端子のうち、更に後順の部  
品が有する端子と接続する端子から、所定長の接続線を  
引き出しておく引き出し手段を備えることを特徴とする  
請求項 1 ～ 17 記載の何れかのプリント基板 CAD 装  
置。

【請求項 19】基板上の配置位置が決定済みの部品が占  
める領域のうち、チップ部品の端子の周辺の禁止域分  
を、その端子についてのネット情報に対応づけて記憶す  
る占有端子記憶手段と、  
配置順序が次順の部品が有する端子と、それ以前に配置  
済みの部品が有する端子とを含むネット情報が、占有端  
子記憶手段に記憶されているかを判定する端子有無判定  
手段と、  
配置位置決定手段は、記憶されていることが判定され  
ると、判定されたネット情報に含まれる一対の端子を重  
合を許すよう、次順の部品を配置位置を決定すること  
を特徴とする請求項 1 ～ 18 記載の何れかのプリント基  
板 CAD 装置。

【請求項 20】配置位置決定手段は、  
重心法等の配置位置決定アルゴリズムによって、次順の  
部品の配置位置を、配置済みの部品で占められる領域外  
及び禁止域外に算出する第 1 の算出手段と、  
算出された配置位置で次順の部品が配線済みの接続線と  
重合した場合、当該接続線である障害接続線の配線経  
路を当該配置位置から退避させる第 1 の退避手段とを備  
え、

配線経路決定手段は、

配置位置決定手段によって 1 つの部品の配置位置が決定  
されると、当該部品が有する端子と、それ以前に配置位  
置が決定済みの部品が有する端子とを結ぶ経路を、基板  
上の配線経路決定済みの接続線で占められる領域外及び  
禁止域外に形成し、形成した経路を配線経路とする経路  
形成手段と経路形成手段によって形成された配線経路が  
配置位置決定済みの部品と重合した場合、当該配線経路  
から、当該部品である障害部品の配置位置及びその障害  
部品と接続している接続線の配線経路を退避させる第 2  
の退避手段とを備えることを特徴とする請求項 1 記載の  
プリント基板 CAD 装置。

【請求項 21】回路図上の部品群、接続線群の基板上で  
のレイアウトを決定するプリント基板 CAD 装置であ  
って、  
基板の全ての辺と、そのうち拡大可能な辺を記憶する辺  
記憶手段と、  
基板上に上記部品群の配置位置を決定する配置位置決定  
手段と、

上記部品群の配置位置が決定されると、部品群中の各部  
品が有する端子との間の接続線の配線経路を決定する配  
線経路決定手段と、  
配置された配置位置及び配線経路で、部品及び接続線が  
基板からはみ出したら、拡大可能な辺を拡大し、はみ出  
した分の面積を補う辺拡大手段と、  
拡大された基板上に、配置位置決定手段に、部品群の配  
置位置の決定を行わせる配置制御手段とを備えることを  
特徴とするプリント基板 CAD 装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、回路図上の部品群に含  
まれる各部品の配置位置を決定し、各部品間の接続線の  
配線経路を決定するプリント基板 CAD (Computer Aid  
ed Design) 装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、携帯型の情報機器の小型化が急速  
に進んでいる。その情報機器のプリント基板、MCM  
(マルチチップモジュール) の小型化を徹底させるにあ  
たって、如何にして、実装設計を高密度に行うかが盛ん  
に研究されている。実装設計とは、回路設計によって作  
成された回路図上の部品を基板上のどこへ配置するか、  
あるいは、回路図上の接続線を、基板上にどのように配  
線するかを決定する基板レイアウトの作成作業である。  
この実装設計を高密度に行えば、設計者はプリント基板  
の大きさを極限まで小さくすることができる。

【0003】但し、回路図通りの実装設計がどこまで高  
密度に行えるかは、一義的には、求まらない。そのた  
め、設計者は、基板の大きさを仮に設定し、設定した大  
きさで実装設計を行い、もしその大きさで部品、接続線  
がはみ出したり、基板面に余白が生じれば、基板の大き

さ再度設定して、実装設計を行う（このような、基板の大きさの仮設定、及び、設定後の基板への実装設計からなる作業を仮実装と呼ぶ。また、設定した大きさで部品、接続線がはみ出すことを実装失敗、設定した大きさ内に部品、接続線が収まることを実装成功という。）。設計者は、このような仮実装を繰り返し、多くの試行錯誤を経て、最適レイアウト（最小面積の基板上に回路図通りの実装設計が行えた状態をいう。）をえる。

【0004】上記仮実装の繰り返しには、プリント基板CAD装置が用いられる。このプリント基板CAD装置は、先に述べた仮実装（実装設計）を自動的に行えるので、実装設計の分野において広く普及しつつある。プリント基板CAD装置が行う自動化された実装設計は、重心法、知識に代表される自動配置処理と、メーズ法、ラインサーチ法に代表される自動配線処理とを含む。

【0005】尚プリント基板CAD装置は、例えば、（株）情報調査会発行の「エレクトロニクス実装技術」1993年7月号の特集「高機能実装対応CAD/CAD Eシステム」や、山田照彦監修「プリント基板のCAD E」応用技術出版、1990年1月14日発行に紹介されている。重心法とは、既に配置されている部品と、これから配置しようとする部品の間にはピン端子間に張力が発生しているとして、これから配置しようとする部品をこれらの張力の合成ベクトルが0となるような位置（重心）に配置しようとする方法である。

【0006】「知識」を用いた部品配置方法とは、例えば、「メモリはまとめて置く」とか「関連するディスクリット部品は並べる」といったような基板配置のノウハウを、予め保持させておき、これらを用いて部品の配置を行うことである。この知識を用い自動配置処理は、（National Technical Report 第32巻第2号 平成5年4月号 雑誌コード06813、「知識ベース型高密度プリント基板自動設計システム」pp.84-89）。

【0007】また、自動配線処理についても従来から様々な手法が用いられている。代表的な公知な2つの手法の概要を簡単に説明する。

#### （1）メーズ法

端子Aから端子Bへの配線経路を求める場合、配線領域全体を格子状に区切り、Aから外側に向かって順に格子にラベルを1、2、3、…と付けていき、Bに到達した後、逆方向（ラベルを減じる方向）に辿りAとBとの経路を決定する方法である。メーズ法は、2点を結ぶ経路が存在する限り必ず最短の経路を見出すことができるが、処理時間が長い、必要な記憶容量が大きいなどの短所を有する。

【0008】本アルゴリズムについて、図47（a）（b）を参照しながら説明する。図47（a）におけるマス目は上記の直交座標系の座標値が付された格子である。格子のうち、白丸が書かれているものは始点の端子であり、黒丸が書かれているものは終点の端子である。

基板上において、始点となる端子から、縦横に隣接する座標を表す格子に、「1」、「2」、「3」・・・のように、「1」だけ大きいラベルを付与してゆく。もし格子が禁止域内にあれば、その格子にはラベル付けを行わない。このようなラベル付けを繰り返すと、何れラベルは終点に辿りつく。ラベル付けを終えた後、ラベル順に終点端子までの経路を作成する（図47（b）において、経路とされた格子は、網掛けで表している。）。

#### （2）ラインサーチ法

10 端子Aから端子Bへの配線経路を求める場合、まず、A、Bそれぞれから水平方向の仮線分を障害物に当たるまで引く。この仮線分（レベル0）が重ならなかった場合、その仮線分の全ての点からさらに垂直方向の仮線分（レベル1）を発生する。このような操作を繰り返し、A、Bの各点から発生した仮線分が交差すれば、それらを逆に辿り経路を決定する。ラインサーチ法は、折れ曲がりの少ない経路を見つけることができるが、レベル数が多くなるに従い、処理が複雑になる。

20 【0009】本アルゴリズムについて、図48（a）（b）を参照しながら説明する。図48（a）において、先ずピアを介して、①に示すように始点を通過する水平線を基板上に描画する。次に、②に示すように水平線と直交する直線を描画する。このとき②の直線が禁止域に当たれば、禁止域に当たらないように直線②を再度描画する。禁止域に当たらない直線が描画できれば、②の直線と直交する直線③を描画する。

30 【0010】このように直交する直線の描画を繰り返すと、図48（b）に示すように始点から終点に至るまでの経路が基板上に生成される。次にプリント基板CAD装置が如何にして実装設計を行うかを説明する。図49は、従来のプリント基板CAD装置の設計手順を示したフローチャートである。

【0011】本フローチャートを参照しながら、プリント基板CAD装置を用いた実装設計について説明する。先ずプリント基板CAD装置は、基板の形状、及び、基板の各辺の大きさを、設計者に設定させる（ステップS4001）。設定後、回路図上の部品を、重心法を用いて基板上に順次配置する（ステップS4002）。この配置処理を全ての部品が配置されるまで繰り返し（ステップS4002～S4004のループ処理）、もし、基板上に配置できなかったら（ステップS4004）、対話編集によるレイアウトの修正を設計者に行わせる（ステップS4008）。この修正が成功したら処理を終了する（ステップS4009）。それでも修正できなければ、基板の形状、及び、基板の各辺の大きさを再度、設計者に設定させる（ステップS4001）。ここで、全部品が基板上に配置できたら、配置済みの部品の端子間を、メーズ法あるいはラインサーチ法で配線する（ステップS4005）。この配線処理は、回路図上の全ての接続線について繰り返されるが（ステップS4004～



S4006のループ処理)、配線が行えなかった場合(ステップS4006)、対話編集によるレイアウトの修正を設計者に行わせる(ステップS4008)。それでも修正できなければ(ステップS4009)、プリント基板CAD装置は、設計者に基板の形状、及び、基板の各辺の大きさを設定させる(ステップS4001)。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記プリント基板CAD装置を用いた実装設計では、配線が行えなかった場合、基板の大きさを設定して、部品の配置から実装設計を再度やり直す必要があり、作業効率が悪いといった問題点があった。またこのような配線失敗による実装設計のやり直しを防ぐため、部品の大きさを予め大きめに設定しておいて部品の配置を行うことがあるが、これではその設定分が余白になってしまい、基板上のレイアウトが高密度にならないといった問題点があった。

【0013】また、部品を全て配置してから配線を行うので、クリティカルパスを配線するのに最適な領域が配置済みの部品によって占められてしまい、配線が遠回りになるといった問題点があった。ここでクリティカルパスとは、回路図上の接続線のうち、配線に特に注意を要するものの総称であり、映像信号、クロック信号、大電流等がこれに該当する。上記のような自動配線によって映像信号の接続線が遠回しに配線されることで、映像信号は基板上の部品のノイズを多く受けてしまう。またクロック信号の接続線が遠回しに配線されると、逆に、このクロック信号が基板上の多くの部品にノイズを与えてしまう。更に大電流の接続線が遠回しに配線されると、この大電流が、基板上の多くの部品に影響を与えてしまう。

【0014】尚、配線が行えなかった場合、設計者は対話編集等によって修正を行うが、これは非常に煩わしいものであり、この修正量が多くなると、設計効率が著しく低下する。本発明は、上記問題点に鑑み、クリティカルパスを最適に配線して基板の電気的特性を保障つても、高密度な実装設計を高効率に行うことができるプリント基板CAD装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1のプリント基板CAD装置は、回路図上の部品群を、部品毎に配置位置を決定し、配線経路を決定するプリント基板CAD装置であって、上記部品群に含まれる各部品の配置順序を記憶する配置順序記憶手段と、配置位置が決定済みの部品及び配線経路が決定済みの接続線が基板上で占める領域を示す領域情報を記憶する占有領域記憶手段と、基板上の領域のうち、配置位置が決定済みの部品及び配線経路が決定済みの接続線を避け

て、上記部品群の部品の配置位置を1つずつ決定する配置位置決定手段と、1つの部品の配置位置が決定されると、その部品が基板上で占める領域を示す領域情報を占有領域記憶手段に書き込む第1の書き込み手段と、1つの部品の配置位置が決定されると、配置位置が決定済みの部品及び配線経路が決定済みの接続線を避けて、配置位置が決定された部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子との間の接続線の配線経路を決定する配線経路決定手段と、接続線の配線経路が決定されると、その接続線が基板上で占める領域を示す領域情報を占有領域記憶手段に書き込む第2の書き込み手段とを備えることを特徴としている。

【0016】また、請求項2記載のプリント基板CAD装置において、配置位置決定手段は、重心法等の配置位置決定アルゴリズムによって、次順の部品の配置位置を、配置済みの部品で占められる領域外及び禁止域外に算出する第1の算出手段と、算出された配置位置で次順の部品が配線済みの接続線と重合した場合、当該接続線である障害接続線の配線経路を当該配置位置から退避させる第1の退避手段とを備えることを特徴としている。

【0017】また、請求項3記載のプリント基板CAD装置において、配置位置決定手段は、障害接続線が占める領域が空き領域と隣接しているかを判定する空き領域判定手段と、空き領域が隣接していれば、その空き領域を、算出された障害接続線の配線経路の退避先とする第1の退避先決定手段とを備え、第1の退避手段は、障害接続線の配線経路を、退避先に決定された空き領域を通るように変更する第1の変更手段を備えることを特徴としている。

【0018】また、請求項4記載のプリント基板CAD装置において、配置位置決定手段は、障害接続線が占める領域に空き領域が隣接していない場合、当該障害接続線が占める領域の周辺に位置する配置済みの部品及び配線済みの接続線を移動する第1の移動手段と、第1の変更手段は、移動によって空いた領域を通るように、算出された領域中の障害接続線の配線経路を変更することを特徴としている。

【0019】また、請求項5記載のプリント基板CAD装置は、回路図における全ての接続線と、各接続線につながる全ての端子を示す情報であるネット情報を記憶するネット情報記憶手段を備え、配線経路決定手段は、配置位置決定手段によって1つの部品の配置位置が決定されると、ネット情報記憶手段が記憶するネット情報のうち、当該部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子との接続関係を示すものを取り出す取出手段と、取り出されたネット情報に示された端子間を結ぶ経路を、基板上の配線経路決定済みの接続線で占められる領域外及び禁止域外に形成し、形成した経路を配線経路とする経路形成手段とを備えることを特徴としている。



【0020】また、請求項6記載のプリント基板CAD装置において、配線経路決定手段は、経路形成手段によって形成された配線経路が配置位置決定済みの部品と重合した場合、当該配線経路から、当該部品である障害部品の配置位置及びその障害部品と接続している接続線の配線経路を退避させる第2の退避手段を備えることを特徴としている。

【0021】また、請求項7記載のプリント基板CAD装置において、配線経路決定手段は、障害部品及びその障害部品の接続線が占める領域が空き領域と隣接しているかを判定する第2の空き領域判定手段と、空き領域と隣接していれば、その空き領域を、障害部品の配置位置及びその障害部品と接続している接続線の配線経路の退避先とする第2の退避先決定手段とを備え、第2の退避手段は、障害部品の配置位置をその空き領域内に変更し、及びその障害部品と接続している接続線の配線経路を、退避先に決定された空き領域を通るように変更する第2の変更手段を備えることを特徴としている。

【0022】また、請求項8記載のプリント基板CAD装置において、配置位置決定手段は、障害部品及びその障害部品と接続している接続線が占める領域に空き領域が隣接していない場合、当該障害接続線が占める領域の周辺に位置する配置済みの部品及び配線済みの接続線を移動する第2の移動手段と、第2の変更手段は、移動によって空いた領域内に障害部品の配置位置を変更し、当該領域を通るように障害部品と接続している接続線の配線経路を変更することを特徴としている。

【0023】また、請求項9記載のプリント基板CAD装置において、ネット情報記憶手段が記憶するネット情報には、接続線がクリティカルバスか否かを示す情報が、個々の接続線毎に付加されており、経路形成手段によって部品についての配線経路が形成されると、ネット情報記憶手段の記憶内容を参照して、取り出し手段によって取り出されたネット情報のうち、クリティカルバスのネット情報であるものを判定し、判定されたネット情報に対応する接続線をクリティカルバスと判定する第1の判定手段と、クリティカルバスが判定されると、当該部品の配置位置を、判定されたクリティカルバスを介して接続されている部品側に寄せ、クリティカルバスの長さを切り詰める位置寄せ手段とを備えることを特徴としている。

【0024】また、請求項10記載のプリント基板CAD装置において、位置寄せ手段は、経路形成手段によって、クリティカルバスの経路が折れ線状に形成された場合、経路形成手段によって経路が形成された部品の配置位置をクリティカルバスを介して接続されている部品側に寄せると共に、当該折れ線の端点と節目との間隔、節目と節目との間隔を等縮して、クリティカルバスの長さを切り詰めることを特徴としている。

【0025】また、請求項11記載のプリント基板CAD

D装置は更に、プリント基板CAD装置は更に、ネット情報記憶手段が記憶するネット情報には、接続線がバス群に含まれているか否かを示す情報が個々のネット情報に付加され、経路形成手段によって部品についての配線経路が形成されると、ネット情報記憶手段の記憶内容を参照して、取り出し手段によって取り出されたネット情報のうち、バス群のネット情報であるものを判定し、判定されたネット情報に対応する一連の接続線をバス群と判定する第2の判定手段と、バスが判定されると、当該部品の配置位置を、判定されたバス群を介して接続されている部品側に寄せ、バス群の長さを切り詰める位置寄せ手段とを備えることを特徴としている。

【0026】また、請求項12記載のプリント基板CAD装置において、位置寄せ手段は、経路形成手段によってバス群の経路が折れ線状に形成された場合、経路形成手段によって経路が形成された部品の配置位置をバス群を介して接続されている部品側に寄せると共に、当該折れ線の端点と節目との間隔、節目と節目との間隔の長さを等縮して、バス群の長さを切り詰めることを特徴としている。

【0027】また、請求項13記載のプリント基板CAD装置は更に、配置位置決定手段が部品の配置位置を基板上に決定できなかった場合、その部品及びその部品の後順の部品群が基板上で占める面積SPを算出する部品面積算出手段と、配置位置が決定できなかった部品及びその部品の後順の部品群が有する端子と既に配置された部品が有する端子との間の接続線が基板上で占める面積SRを推定する接続線面積推定手段と、面積SPと面積SRとの合計値と、基板の面積Sとの比率を算出する比率算出手段と、算出された比率に基づいて、面積SPと面積SRとの合計値分だけ、基板の面積を拡大する基板の拡大幅を算出する拡大幅算出手段と、算出された拡大幅だけ、基板の大きさを拡大する基板拡大手段と、算出された拡大幅だけ拡大された基板上に、配置できなかった部品及びその部品の後順の部品群の配置位置の決定を、配置位置決定手段に行わせる再配置制御手段とを備えることを特徴としている。

【0028】また、請求項14記載のプリント基板CAD装置において、部品面積算出手段は、配置位置が決定された部品についての接続線の配線経路が基板上に決定できなかった場合、その部品の後順の部品群が基板上で占める面積SPを算出し、前記接続線面積推定手段は、配置位置が決定できなかった部品及びその部品の後順の部品群が有する端子と、既に配置された部品が有する端子との間の接続線が基板上で占める面積SRを推定し、比率算出手段は、面積SPと面積SRとの合計値と、基板の面積Sとの比率を算出し、拡大幅算出手段は、算出された比率に基づいて、面積SPと面積SRとの合計値分だけ、基板の面積を拡大する基板の拡大幅を算出し、基板拡大手段は、算出された拡大幅だけ、基板

の大きさを拡大し、再配置制御手段は、配置位置決定手段に算出された拡大幅だけ拡大された基板上に、接続線が配線できなかった部品及びその部品の後順の部品群の配置位置の決定を行わせることを特徴としている。

【0029】また、請求項15記載のプリント基板CAD装置は更に、回路図上の全ての機能ブロックと、各機能ブロックに含まれる部品群とを記憶する機能ブロック記憶手段と、回路図上の全ての機能ブロックと、各機能ブロックに割り当てられた基板上の領域を記憶する領域記憶手段とを備え、配置位置決定手段は、領域記憶手段に記憶されている記憶内容を参照して、各機能ブロックに含まれる部品群の配置位置を、その機能ブロックに割り当てられた領域内に決定し、配線経路決定手段は、1つの部品の配置位置が決定されると、その部品が含まれる機能ブロック内に、配置位置が決定された部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子との間の接続線の配線経路を決定することを特徴としている。

【0030】また、請求項16記載のプリント基板CAD装置は更に、配置位置決定手段が部品の配置位置が決定できなかった場合、その部品がどの機能ブロックに属していたかを判定する機能ブロック判定手段と、基板上の領域のうち、判定された機能ブロックに割り当てられた領域を拡大する領域拡大手段と、領域が拡大されると、配置位置決定手段に、拡大後の基板に対して、配置できなかった部品と、その部品の後順の部品の配置位置の決定を行わせる再配置制御手段と、を備えることを特徴としている。

【0031】また、請求項17記載のプリント基板CAD装置は更に、回路図上の一連の部品の配置位置が決定され、当該部品が有する端子間の配線経路が全て決定されると、配置位置が決定された部品によって占められる領域の枠組みを基板上に生成する枠組み生成手段を備え、生成された枠組みのみからなる基板外形を作成する基板作成手段と、作成された基板外形上に、配置位置決定手段に、部品群の配置位置の決定を行わせる配置制御手段とを備えることを特徴としている。

【0032】また、請求項18記載のプリント基板CAD装置は更に、配線経路決定手段によって1つの部品の配線経路が決定されると、当該部品が有する端子のうち、更に後順の部品が有する端子と接続する端子から、所定長の接続線を引き出しておく引き出し手段を備えることを特徴としている。

【0033】また、請求項19記載のプリント基板CAD装置は、基板上の配置位置が決定済みの部品が占める領域のうち、チップ部品の端子の周辺の禁止域分を、その端子についてのネット情報に対応づけて記憶する占有端子記憶手段と、配置順序が次順の部品が有する端子と、それ以前に配置済みの部品が有する端子とを含むネット情報が、占有端子記憶手段に記憶されているかを判

定する端子有無判定手段と、配置位置決定手段は、記憶されていることが判定されると、判定されたネット情報に含まれる一対の端子を重合を許すよう、次順の部品を配置位置を決定することを特徴としている。

【0034】また、請求項20記載のプリント基板CAD装置において、配置位置決定手段は、重心法等の配置位置決定アルゴリズムによって、次順の部品の配置位置を、配置済みの部品で占められる領域外及び禁止域外に算出する第1の算出手段と、算出された配置位置で次順の部品が配線済みの接続線と重合した場合、当該接続線である障害接続線の配線経路を当該配置位置から退避させる第1の退避手段とを備え、配線経路決定手段は、配置位置決定手段によって1つの部品の配置位置が決定されると、当該部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子とを結ぶ経路を、基板上の配線経路決定済みの接続線で占められる領域外及び禁止域外に形成し、形成した経路を配線経路とする経路形成手段と経路形成手段によって形成された配線経路が配置位置決定済みの部品と重合した場合、当該配線経路から、当該部品である障害部品の配置位置及びその障害部品と接続している接続線の配線経路を退避させる第2の退避手段とを備えることを特徴としている。

【0035】また、請求項21記載のプリント基板CAD装置は、回路図上の部品群、接続線群の基板上でのレイアウトを決定するプリント基板CAD装置であって、基板の全ての辺と、そのうち拡大可能な辺を記憶する辺記憶手段と、基板上に上記部品群の配置位置を決定する配置位置決定手段と、上記部品群の配置位置が決定されると、部品群中の各部品が有する端子との間の接続線の配線経路を決定する配線経路決定手段と、配置された配置位置及び配線経路で、部品及び接続線が基板からはみ出したら、拡大可能な辺を拡大し、はみ出した分の面積を補う辺拡大手段と、拡大された基板上に、配置位置決定手段に、部品群の配置位置の決定を行わせる配置制御手段とを備えることを特徴としている。

【0036】

【作用】請求項1記載のプリント基板CAD装置によれば、配置順序記憶手段には、回路図上の部品群に含まれる各部品の配置順序が記憶されている。また、占有領域記憶手段には、配置位置が決定済みの部品及び配線経路が決定済みの接続線が基板上で占める領域を示す領域情報が記憶されている。

【0037】基板上の領域のうち、上記部品群の部品の配置位置が、配置位置決定手段によって決定される。この配置位置は、基板上の領域のうち、配置位置が決定済みの部品及び配線経路が決定済みの接続線が避けた位置に決定されてゆく。一方、1つの部品の配置位置が決定されると、その部品が基板上で占める領域を示す領域情報が、第1の書き込み手段によって、占有領域記憶手段に書き込まれる。

【0038】1つの部品の配置位置が決定されると、配線経路決定手段によって、配置位置が決定された部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子との間の接続線の配線経路が決定される。この配線経路は、配置位置が決定済みの部品及び配線経路が決定済みの接続線を避けた経路に決定されてゆく。接続線の配線経路が決定されると、第2の書き込み手段によってその接続線が基板上で占める領域を示す領域情報が占有領域記憶手段に書き込まれる。

【0039】以上のように、配置位置決定手段が行う配置位置決定と、配線経路形成手段が行う配線経路形成が交互になることで、基板上のレイアウトが、部分的に確実になってゆく。そのため、設定された大きさで、基板から部品、接続線があふれても、基板から、一部の部品、接続線を除去して配置、配線をやり直すことで最適レイアウトを探究することができる。

【0040】このように基板レイアウトを部分的に確実にしていけば、仮実装の繰り返しことがなくなり、実装設計が大きく効率化される。また回路図上の重要なものみに自動配置を行い、残余のものを対話編集にて配置、配線することで、めりはりのあるレイアウトが作成でき、基板の電気的特性を良くすることができる。また、請求項2記載のプリント基板CAD装置によれば、配置位置決定手段は、第1の算出手段、第1の退避手段を含んでおり、第1の算出手段が重心法等の配置位置決定アルゴリズムを実行することによって、次順の部品の配置位置が、配置済みの部品で占められる領域外及び禁止域外に算出される。重心法は、既に配置されている部品と、これから配置しようとする部品の間にはピン端子間に張力が発生しているとして、これから配置しようとする部品をこれらの張力の合成ベクトルが0となるような位置（重心）に配置しようとする方法であり、配線長が最も短くなるように、配置位置が決定される。

【0041】但し、算出された配置位置で次順の部品が配線済みの接続線と重合した場合、第1の退避手段によって、当該接続線である障害接続線の配線経路が当該配置位置から退避させられる。このように、接続線が退避させられるため、空き領域が少ない場合に柔軟に対応でき、実装成功となる可能性を高めることができる。換言すれば、障害部品の退避を試行した後に実装失敗と判断するので、実装失敗の可能性を減らすことができる。

【0042】また、請求項3記載のプリント基板CAD装置によれば、配置位置決定手段は、空き領域判定手段、第1の退避先決定手段を含んでおり、第1の退避手段は、第1の変更手段を含んでいるので、空き領域判定手段によって障害接続線が占める領域が空き領域と隣接しているかが判定される。空き領域が隣接していれば、第1の退避先決定手段によって、その空き領域が、算出された障害接続線の配線経路の退避先とされる。

【0043】このように退避先が決定されれば、第1の

変更手段によって、障害接続線の配線経路が、退避先に決定された空き領域を通るように変更される。障害接続線が空き領域に隣接している場合、その空き領域を通るように、配線経路を変更するので空き領域が少ない場合に柔軟に対応でき、実装成功となる可能性を高めることができる。換言すれば、障害接続線の退避を試行した後に実装失敗と判断するので、実装失敗の可能性を減らすことができる。

【0044】また、請求項4記載のプリント基板CAD装置によれば、配置位置決定手段は、第1の移動手段を含んでおり、障害接続線が占める領域に空き領域が隣接していない場合、第1の移動手段によって当該障害接続線が占める領域の周辺に位置する配置済みの部品及び配線済みの接続線が移動される。

【0045】このように、障害接続線が占める領域の周辺に位置する配置済みの部品及び配線済みの接続線が移動されると、第1の変更手段によって移動によって空いた領域を通るように、算出された領域中の障害接続線の配線経路が変更される。また、請求項5記載のプリント基板CAD装置によれば、ネット情報記憶手段には、回路図における全ての接続線によって各接続線につながる全ての端子を示す情報であるネット情報が記憶されており、配線経路決定手段は、取出手段、経路形成手段を有しているので、配置位置決定手段によって1つの部品の配置位置が決定されると、ネット情報記憶手段が記憶されているネット情報のうち、当該部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子との接続関係を示すものが、取出手段によって取り出される。取り出されたネット情報に示された端子間が結ぶ経路が、経路形成手段によって、基板上の配線経路決定済みの接続線で占められる領域外及び禁止域外に形成され、形成された経路が配線経路とされる。

【0046】また、請求項6記載のプリント基板CAD装置によれば、配線経路決定手段は、第2の退避手段を含んでいるので、経路形成手段によって形成された配線経路が配置位置決定済みの部品と重合した場合、第2の退避手段によって当該配線経路から、当該部品である障害部品の配置位置及びその障害部品と接続している接続線の配線経路が退避させられる。このように、障害部品が退避させられるため、空き領域が少ない場合に柔軟に対応でき、実装成功となる可能性を高めることができる。換言すれば、障害部品の退避を試行した後に実装失敗と判断するので、実装失敗の可能性を減らすことができる。

【0047】また、請求項7記載のプリント基板CAD装置によれば、配線経路決定手段は、第2の空き領域判定手段を含み、第2の退避手段は、第2の変更手段を含んでいるので、障害部品及びその障害部品の接続線が占める領域が空き領域と隣接しているかが第2の空き領域判定手段によって判定される。空き領域と隣接してい

ば、その空き領域が、第2の退避先決定手段によって、障害部品の配置位置及びその障害部品と接続している接続線の配線経路の退避先とされる。

【0048】第2の変更手段によって、障害部品の配置位置がその空き領域内に變更され、その障害部品と接続している接続線の配線経路が、退避先に決定された空き領域を通るように變更される。また、請求項8記載のプリント基板CAD装置によれば、配置位置決定手段は、第2の移動手段を含んでいるので、障害部品及びその障害部品と接続している接続線が占める領域に空き領域が隣接していない場合、当該障害接続線が占める領域の周辺に位置する配置済みの部品及び配線済みの接続線が第2の移動手段によって移動される。

【0049】第2の変更手段によって、移動によって空いた領域内に障害部品の配置位置が變更され、当該領域を通るように障害部品と接続している接続線の配線経路が變更される。また、請求項9記載のプリント基板CAD装置によれば、ネット情報記憶手段は、ネット情報に接続線がクリティカルパスか否かを示す情報を、個々の接続線毎に付加して記憶しており、またプリント基板CAD装置は、第1の判定手段、位置寄せ手段を含んでいるので、経路形成手段によって部品についての配線経路が形成されると、第1の判定手段によって、ネット情報記憶手段の記憶内容が参照されて、取り出し手段によって取り出されたネット情報のうち、クリティカルパスのネット情報であるものが判定される。また、判定されたネット情報に対応する接続線がクリティカルパスと判定される。

【0050】クリティカルパスが判定されると、位置寄せ手段によって、当該部品の配置位置が、判定されたクリティカルパスが介して接続されている部品側に寄せられ、クリティカルパスの長さが切り詰められる。また、請求項10記載のプリント基板CAD装置によれば、位置寄せ手段は、経路形成手段によって、クリティカルパスの経路が折れ線状に形成された場合、経路形成手段によって経路が形成された部品の配置位置がクリティカルパスが介して接続されている部品側に寄せられると共に、当該折れ線の端点と節目との間隔、節目と節目との間隔が等縮されクリティカルパスの長さが切り詰められる。

【0051】また、請求項11記載のプリント基板CAD装置によれば、ネット情報記憶手段は、ネット情報のうち、バス群のネット情報であるものを記憶しており、経路形成手段によって部品についての配線経路が形成されると、ネット情報記憶手段の記憶内容が参照され、取り出し手段によって取り出されたネット情報のうち、バス群のネット情報であるものが第2の判定手段によって判定され、判定されたネット情報に対応する接続線がバス群と判定される。

【0052】バスと判定されると、当該部品の配置位置

が、位置寄せ手段によって、判定されたバス群が介して接続されている部品側に寄せられ、バス群の長さが切り詰められる。また、請求項12記載のプリント基板CAD装置によれば、経路形成手段によってバス群の経路が折れ線状に形成された場合、位置寄せ手段によって、経路形成手段によって経路が形成された部品の配置位置がバス群が介して接続されている部品側に寄せられる。またそれと共に、当該折れ線の端点と節目との間隔、節目と節目との間隔の長さが等縮され、バス群の長さが切り詰められる。

【0053】また、請求項13記載のプリント基板CAD装置は更に、配置位置決定手段が部品の配置位置が基板上に決定できなかった場合、部品面積算出手段によってその部品及びその部品の後順の部品群が基板上で占める面積SPが算出される。面積SPの算出後、接続線面積推定手段によって、配置位置が決定できなかった部品及びその部品の後順の部品群が有する端子と既に配置された部品が有する端子との間の接続線が基板上で占める面積SRが推定される。面積SRの算出後、比率算出手段によって面積SPと面積SRとの合計値によって基板の面積Sとの比率が算出される。算出された比率に基づいて、拡大幅算出手段によって、面積SPと面積SRとの合計値分だけ基板の面積が拡大する基板の拡大幅が算出される。拡大幅の算出後、基板拡大手段によって、算出された拡大幅だけ、基板の大きさが拡大される。拡大されると、算出された拡大幅だけ拡大された基板上に、配置できなかった部品によってその部品の後順の部品群の配置位置の決定を行うよう、再配置制御手段は、配置位置決定手段を制御する。再配置制御手段は、このような制御によって、配置位置決定手段は、配置できなかった部品によってその部品の後順の部品群の配置位置の決定を行う。

【0054】また、請求項14記載のプリント基板CAD装置によれば、配置位置が決定された部品についての接続線の配線経路が基板上に決定できなかった場合、部品面積算出手段によって、その部品の後順の部品群が基板上で占める面積SPが算出され、面積SPが算出されると、配置位置が決定できなかった部品及びその部品の後順の部品群が有する端子と、既に配置された部品が有する端子との間の接続線が基板上で占める面積SRが、前記接続線面積推定手段によって推定される。面積SRが推定されると、面積SPと面積SRとの合計値と基板の面積Sとの比率が、比率算出手段によって算出され、比率が算出されると、算出された比率に基づいて、面積SPと面積SRとの合計値分だけ基板の面積が拡大する基板の拡大幅が拡大幅算出手段によって算出される。

【0055】拡大幅が算出されると、算出された拡大幅だけ、基板拡大手段によって、基板の大きさが拡大され、再配置制御手段によって配置位置決定手段が制御さ

れる。この制御によって、配置位置決定手段は、算出された拡大幅だけ拡大された基板上に、接続線が配線できなかった部品と、部品の後順の部品群の配置位置の決定を行う。

【0056】また、請求項15記載のプリント基板CAD装置は更に、機能ブロック記憶手段には、回路図上の全ての機能ブロックと、各機能ブロックに含まれる部品群とが記憶されている。また領域記憶手段には、回路図上の全ての機能ブロックによって各機能ブロックに割り当てられた基板上の領域が記憶されている。

【0057】上記各機能ブロックに含まれる部品群の配置位置は、配置位置決定手段によって、領域記憶手段に記憶されているその機能ブロックに割り当てられた領域内に決定される。1つの部品の配置位置が決定されると、配線経路決定手段によって、その部品が含まれる機能ブロック内に、配置位置が決定された部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子との間の接続線の配線経路が決定される。

【0058】また、請求項16記載のプリント基板CAD装置によれば、配置位置決定手段が部品の配置位置が決定できなかった場合、その部品がどの機能ブロックに属していたかが機能ブロック判定手段によって判定される。機能ブロックが判定されると、基板上の領域のうち、判定された機能ブロックに割り当てられた領域が領域拡大手段によって拡大される。領域が拡大されると、再配置制御手段は、配置位置決定手段に拡大後の基板に対して、配置できなかった部品によってその部品の後順の部品の再配置が行わせる。この制御によって、配置位置決定手段によって配置できなかった部品と、その部品の後順の部品の再配置が行われる。

【0059】また、請求項17記載のプリント基板CAD装置によれば、回路図上の一連の部品の配置位置が決定され、当該部品が有する端子間の配線経路が全て決定されると、配置位置が決定された部品によって占められる領域の枠組みが、枠組み生成手段によって基板上に生成される。枠組みが生成されると、基板作成手段によって、生成された枠組みのみからなる基板外形が作成される。作成後、配置制御手段は、配置位置決定手段に、作成された基板外形上に、部品群の配置位置の決定を行わせるよう制御する。このように制御されることで、配置位置決定手段は、部品群の配置位置の決定を行う。

【0060】また、請求項18記載のプリント基板CAD装置によれば、配線経路決定手段によって1つの部品の配線経路が決定されると、引き出し手段によって、当該部品が有する端子のうち、更に後順の部品が有する端子と接続する端子から、所定長の接続線が引き出される。次順の部品は、このように引き出された接続線が占める領域に配置される。

【0061】また、請求項19記載のプリント基板CAD装置によれば、占有端子記憶手段には、基板上の配置

位置が決定済みの部品が占める領域のうち、チップ部品の端子の周辺の禁止域分が、その端子についてのネット情報に対応づけて記憶されている。端子有無判定手段によって配置順序が次順の部品が有する端子と、それ以前に配置済みの部品が有する端子とを含むネット情報が、占有端子記憶手段に記憶されているかが判定される。記憶されていることが判定されると、配置位置決定手段によって、判定されたネット情報に含まれる一対の端子が重合が許すよう、次順の部品が配置位置が決定される。

10 【0062】また、請求項20記載のプリント基板CAD装置によれば、配置位置決定手段は、第1の算出手段、第1の退避手段を含んでいるので、重心法等の配置位置決定アルゴリズムによって、第1の算出手段によって、次順の部品の配置位置が、配置済みの部品で占められる領域外及び禁止域外に算出される。算出された配置位置で次順の部品が配線済みの接続線と重合した場合、第1の退避手段によって、当該接続線である障害接続線の配線経路が当該配置位置から退避させられる。

20 【0063】また配線経路決定手段は、経路形成手段、第2の退避手段を含んでいるので、配置位置決定手段によって1つの部品の配置位置が決定されると、当該部品が有する端子と、それ以前に配置位置が決定済みの部品が有する端子とを結ぶ経路が、経路形成手段によって、基板上の配線経路決定済みの接続線で占められる領域外及び禁止域外に形成され、形成した経路が配線経路とされる。経路形成手段によって形成された配線経路が配置位置決定済みの部品と重合した場合、第2の退避手段によって、当該配線経路から、当該部品である障害部品の配置位置及びその障害部品と接続している接続線の配線経路が退避させられる。

30 【0064】また、請求項21記載のプリント基板CAD装置によれば、辺記憶手段には、基板の全ての辺と、そのうち拡大可能な辺が記憶されている。基板上に上記部品群の配置位置が配置位置決定手段によって決定され、部品群中の各部品が有する端子との間の接続線の配線経路が配線経路決定手段によって決定される。

40 【0065】以上の配置処理、配線処理で、配置された配置位置及び配線経路で、部品及び接続線が基板からはみ出したら、辺拡大手段によって拡大可能な辺が拡大され、はみ出した分の面積が補われる。このようにして、基板の面積が補われると、拡大された基板上に、配置位置決定手段は、部品群の配置位置の決定が行う。

【0066】

【実施例】

（実施例1）プリント基板CAD装置の実施例として設計システムを一例にして説明を行う。この設計システムは回路図設計と、回路図設計の設計結果に基づく実装設計を行うもので、回路図設計と、実装設計とで設計情報を共用している。

50 【0067】本設計システムのハードウェア構成を図1



に示す。図 1 に示すように、設計システムは、記憶装置 1 と、高解像度ディスプレイ 2 と、メモリ 3 と、入力操作部 4 と、出力部 5 と、マイクロプロセッサ 6 とで構成される。記憶装置 1 は、膨大な記憶容量を有するハードディスク装置、光磁気ディスク装置であり、回路図設計を行う回路設計アプリケーションプログラムと、当該プログラムの実行時に設計者によって入力された各種設計情報と、実装設計を行う実装設計アプリケーションプログラムとを記憶している。

【0068】上記回路設計プログラムは本発明の主眼でないので説明を省略する。また実装設計については後述する。ここでは、設計情報について詳細に説明する。この設計情報は、以下の 1. ～ 9. に示す種別の情報を含んでいる。

### 1. 部品情報

部品情報とは、回路図上のそれぞれの部品が何という製品名で、基板上の配置位置はどこであるかを示した情報である。部品情報の一例を図 2 (a) に示す。部品情報は、回路図上のそれぞれの部品に設計者が採番した番号である部品番号と (図中の IC1、IC3)、当該部品に相応しい製品の製品名を示す部品名と (図中の MN700)、当該部品の基板上における座標と (図中の (20,100) (35,100))、当該部品の実装面を示す面番号と (図中の "1"、"6")、当該部品の基準辺が基板の基準辺となす角度 (図中の "0°"、"180°") とからなる。

【0069】本図において部品番号 IC1 の横の並びは、「回路図上の部品 IC1 は製品 MN700 が相応しく、その配置位置は面 1 の (20、100) となる」という内容を示している。部品番号 IC3 の横の並びは、「回路図上の部品 IC3 は製品 MN700 が相応しく、その配置位置は面 6 の (35、100) であり、基準辺と 180° の角度をなす。」という内容を示している。尚、部品情報のうち、前者の 2 つ (部品番号、部品名) は回路設計あるいは実装設計において、対話編集モードが実行されることで設定され、どう設定するかは設計者に一任されている。後者の 2 つは実装設計によって綿密に計算される。

### 2. 部品形状情報

部品形状情報とは、実際に実装する部品の形状を表した情報である。部品形状の一例を図 2 (b) に示す。部品形状情報は、部品に相応しい製品の製品名を示す部品名と、相対座標で表された当該製品の外形と、相対座標で表された端子の外形である端子外形と、当該製品が有する端子数と、各端子の相対位置である相対座標とからなる。上記の相対座標は、本実施例では、各部品の 0 番端子に最も近い頂点を基準座標にして与えられている。この情報も、回路設計あるいは実装設計において、対話編集モードが実行されることで入力される。

### 3. ネット情報

ネット情報とは、端子間の論理的な接続を表す情報である。ネット情報の一例を図 2 (c) に示す。図 2 (c) に示すように、ネット情報は、設計者によって回路図上の各接続線に命名された名称であるネット名と (図中の "A")、当該接続線によって接続される端子の情報と (図中の IC1-1、R20-1、IC3-5) からなる。この後者の端子の情報は、当該端子の端子番号と、当該部品に付された部品番号とからなる。図 2

(c) の表は、その右側の回路図と対応している。本図において "A" というネット名の接続線が走り、この接続線によって IC1 の 1 番端子、IC3 の 5 番端子が接続されている。図 2 (c) のネット名 "A" の横の並びはこの回路図における端子同士の接続を示している。実装設計における部品配置及び、接続線の配線は、このネット情報に基づいて行われる。この情報も、回路設計あるいは実装設計において、対話編集モードが実行されることで、で入力され、どう設定するかは設計者に一任されている。

### 4. 配線ボタン情報

配線ボタン情報とは、配線済みの接続線に対応する箔の形状を表した情報であり、その一例を図 2 (d) に示す。図 2 (d) に示すように、配線ボタン情報は、各接続線に付された識別子と (図中の ID"1")、当該接続線が対応しているネット名と (図中の "A1")、当該接続線が配線された面の識別子と (図中の面 "1")、当該接続線を構成する構成点の数と (図中の "6")、その構成点の座標と (図中の (19,103) (24,103) (54,88)...) からなる。尚構成点とは、上記形状を構成する点をいう。具体的には、配線済みの接続線は、基板上では、接続線は箔によって形成され、その形状は、図 2 (d) の右半分に示すように折れ線になっているから、構成点は、当該折れ線の端点、節目に相当する。

### 5. 基板の形状情報

基板の形状情報とは、対象となる基板がどんな形状であり、各辺の寸法がいくらであることを示す情報である。この各辺の寸法は、これから実装設計を行う際 (実装失敗、実装成功時) 高解像度ディスプレイ 2、入力操作部 4 を用いての対話編集によって適宜変更される。この変更によって基板の大きさの拡張は行われる。

### 6. 基板の層数情報

基板の層数情報とは、対象となる基板が何層で形成されているかを示す情報であり、電源、グランドのため内層ベタとなっている層がどれであることをも示している。この情報も、回路設計あるいは実装設計において、対話編集モードが実行されることで入力される。

### 7. 設計対象情報

設計対象情報とは、回路図上の接続線のうち、優先して配線を行うべきものを示した情報であり、その配線によって接続される部品の部品番号の羅列によって表され

る。

【0070】設計対象情報の一例を図3(a)に示す。図3(a)においては、設計対象に、部品番号IC1、IC2、IC100、IC200が設定されている。これらの部品群が有する端子は、実装設計アプリケーションプログラムが配線を行うにあたって、優先的に配線される。

#### 8. 設計方法情報

設計方法情報とは、各ネット情報と一対にして記憶されている情報であり、そのネット情報を如何に配線するかを示している。設計方法情報の一例を図3(b)に示す。本実施例には、引き出し配線、全配線、途中配線といった種別が、設計方法情報に与えられている。

【0071】引き出し配線とは、図3(b)に示すように、内層あるいは他面を経由して配線を行うため、端子から所定長の接続線を引き出し、引き出した先にビアを打つといった配線手法である。現在実装を行っている面に配線に要する空き領域(空き領域とは、基板上の領域であって、禁止域、配置済みの部品、配線済みの接続線によって占められていない領域をいう。)が確保できず、配線が行えない場合でも、この引き出し配線を行えば、配線が可能となる。

【0072】途中配線とは、ジャンパ線を用いて接続線の配線を行う手法である。途中配線は、どこまで配線するかの制約が必要であるが、本実施例では、配線障害にぶつかるまでという制約がなされている。途中配線の指定としてはこの他に、配線長制限を指定するというような制約を設けてもよい。全配線とは、現在実装が行われている面上に接続線の配線を行う手法であり、通常の配線方法情報は、これに設定されている。

#### 9. 禁止域情報

禁止域情報とは、基板上において、該当する配置、配線を禁止する領域がどこであるかを表した情報である。禁止域情報の一例を図3(c)に示す。図3(c)に示すように、禁止域情報は、各禁止域に付された識別子(図中の"ID1")、何に対する禁止かを表す禁止種類(図中の配線禁止)、何が原因でできた禁止かを表す禁止起因(図中の箔による禁止、部品による禁止)、禁止域の存在する面(面"1")、禁止域の形状(図中の外形)を表している。この情報も、回路設計あるいは実装設計において、対話編集モードが実行されることで入力される。

#### 10. 設計基準情報

設計基準情報とは、実装設計を行なう際の物理的な制約条件など、実装設計の基準を表した情報である。設計基準情報の一例を図3(d)に示す。図3(d)に示すように、設計基準情報は、配線箔巾(図中では、0.2mm)、配線するにあたって、箔の最小間隔をいくらにするかを示す配線箔最小間隔(図中では、0.15mm)、箔と端子との最小間隔を示す箔、端子パッド最小間隔(図中

では、0.3mm)などを表している。この情報も、回路設計あるいは実装設計において、対話編集モードが実行されることで入力される。

【0073】以上の設計情報のうち、部品名、部品形状情報は各部品毎に設定されているが、本実施例では、回路図上の同一部品名の部品からなるメモリモジュール等の部品群を1つのグループとして扱い、このグループに対して設計情報を設定するようにしている。グループの一例を図4に示す。図中の部品601は、部品602～607からなる部品群を1つのグループとして扱っている。この部品601の形状に関する情報は、その外枠となる長方形L601のものが設定されている。但し端子に関するものは、部品602～607についてのものが設定されている。例えば、端子外形は、部品602～607のものが設定されており、端子数は、部品602～607の端子数の合計数が設定されている。

【0074】高解像度ディスプレイ2は、実装設計アプリケーションプログラムの実行時において、実装設計中の基板、部品、接続線の実寸比を忠実に再現したグラフィックスを表示するCRTディスプレイ、LCDである。この高解像度ディスプレイ2の表示内容を一例を図5に示す。本図においてL字状の外枠は基板の外形である。また、対向し合う2辺に小さな4角形が付された長方形が存在するが、これはICである。また、小さな4角形は当該ICの端子である。同じく、4辺に端子が付された正方形はフラットパッケージのチップ面実装部品である。また中が2つの辺で区切られている小さな長方形は抵抗であり、小さな丸はビアである。基板上にビアと端子、あるいは端子と端子との間に巾の太い折れ線、垂直線、水平線が走っているが、これらは接続線を示す。

【0075】これらは記憶装置1に記憶されている設計情報によって相互の実寸比を忠実に再現している。尚本図には、上記の部品、接続線の他に白抜きの矢印が存在するが、これは設計者によるポインティングデバイスの操作に連動するマウスカーソルであり、上記アプリケーションプログラムの対話編集時には、設計者はこのマウスカーソルを用いて、基板上のレイアウトの変更を行う。

【0076】実装設計においては、これらのグラフィックスの他にも、基板形状の情報の設定を受け付けるための設定メニュー、実装成功あるいは実装失敗を示すメニューが表示される。メモリ3は、その記憶領域が、システム用領域と、アプリケーションプログラム用領域と、各種作業用バッファ領域と、実装設計用バッファ領域とに分割されている。

【0077】システム用領域は、本設計システムのオペレーションシステムが利用する領域である。アプリケーションプログラム用領域には、回路設計アプリケーションプログラム、及び、実装設計アプリケーションプログ



ラムが展開される。ここに展開されたアプリケーションプログラムの各ステップは、マイクロプロセッサ6によって、逐一実行される。

【0078】各種作業用バッファ領域は、マイクロプロセッサ6がアプリケーションプログラムの各ステップを逐一実行する際、作業用領域として用いられる。実装設計バッファには、高解像度ディスプレイ2がグラフィックスを表示するための基板一面分の元データがアプリケーションプログラムによって展開される。この実装設計バッファ中の各位置は、基板左端を基準点としたx、y座標によって指示される。また、この座標値は例えば、0.001mm等の値をとり、基板の実物大を表すようにしている。

【0079】尚本明細書における部品、基板、接続線は、この実装設計バッファ、及び、各種作業用バッファ中のデータのものをいう。また、本明細書における部品の配置とは、部品の形状通りデータを実装設計バッファに書き込み、基板上でその部品が位置する座標、面、角度を、その部品の部品情報に書き込むことをいう。同じく接続線の配線とは、実装設計バッファに線状にデータを書き込み、基板上でその接続線が位置する面と、その面上での、当該接続線の構成点の座標及び構成点数を、配線ボタン情報として各種作業用バッファに書き込むことをいう。

【0080】入力操作部4は、ポインティングデバイス、キーボードを有し、ポインティングデバイスの操作者の操作に応じて、高解像度ディスプレイ2上のマウスカーソルを移動させ、キーボードからのキーパンチを受け付けることで、対話編集の入力環境を設計者に提供する。出力部5は、所定用紙上に、設計結果を印刷出力するX-Yプロッタ、高解像度プリンタと、NC工作機械を制御するために実装設計結果をCAMデータに変換するCAMデータコンバータと、LANを介して実装設計結果を他の設計システムに送信するためのネットワークインターフェイスとからなる。

【0081】以上のように構成された設計システムによって実装設計が如何に行われるかを図6のフローチャートを参照しながら説明を行う。図6は、実施例1に係る実装設計アプリケーションプログラムのメインフローチャートである。このフローチャートに基づいて、マイクロプロセッサ6が実装設計の各処理を行う様子を以下に説明する。尚本フローチャートにおける配置対象部品とは、図6のフローチャートのステップ206～S208のループ処理で、配置の順序が回ってきた部品をいう。

【0082】記憶装置1内には、回路設計によって作成された各種設計情報が多数のファイルに分割されて記憶されている。マイクロプロセッサ6は、設計情報を各種作業用バッファ上に読み出し（図6に示したステップS201）、基板の形状情報を設計者に設定させるための設定メニューを表示し、基板の縦寸、横寸を設計者に設

定させる（ステップS202）。その後、マイクロプロセッサ6は、上記の設定と、これらの設計情報通りの基板、部品を作成する（ステップS203）。作成後、作成した基板を実装基板用バッファに書き込み、部品を各種作業用バッファに書き込む（ステップS204）。

【0083】以上の過程で実装設計の準備を終えた後、マイクロプロセッサ6は、作成した部品の何れかを配置対象部品にし（ステップS205）、配置対象部品を基板上に配置する（ステップS206）。この配置ステップS206は、重心法により配置対象部品の配置位置を決める重心法実行ステップS2061と、当該実行した重心法が成功したか否かを判定する判定ステップS2062からなり、これらのステップにより、配置対象部品が基板上に配置される。配置後、マイクロプロセッサ6は、基板上で配置対象部品がなす座標、面、角度を、配置対象部品の部品情報に書き込む（ステップS2063）。配置後、当該部品と、それ以前に配置済みの部品のうち、設計対象であるものとの配線を行う（ステップS207）。配線後、マイクロプロセッサ6は、次の部品を配置対象部品に設定し（ステップS209）、上記の配置、配線を繰り返す（ステップS206～S209）。

【0084】以上の手順を全ての部品に対して行った後（ステップS208）、マイクロプロセッサ6は設計対象部品として設定されている部品以外の配線を行う（ステップS210）。以上の手順で配線が終えたなら、更なる高密度化を図るかを問うメッセージメニューを表示し（ステップS211）、もし、設計者が高密度化を図るならステップS202に戻り（ステップS212）、図らないなら、出力部5に、以上の配置、配線で作成された設計情報を出力部5に出力させる（ステップS213）。

【0085】もし、上記の配置を行うにあたって、部品が配置出来なければ、実装失敗を高解像度ディスプレイ2に表示させ（ステップS214）、対話編集によって、設計者に配置の途中からの実装設計をやり直しを指定させ、実装設計のやり直しを行う（ステップS215）。

<配線処理の説明>図6のフローチャートのS207では、配置対象部品のうち、設計対象に係るもののみを配線するようにしている。そのため、図6のフローチャートのステップS207は、図7に示すサブフローチャートによって構成される。このフローチャートに基づいて、マイクロプロセッサ6が各処理を行う様子を以下に説明する。

【0086】先ずマイクロプロセッサ6は、配置対象部品の部品番号が含まれるネット情報を全て探し出し（図7のフローチャートのステップS402）、配置対象部品と接続関係にある部品を全て見つけ出す（ステップS403）。その後、S403で見つけた部品群のうち、

10

20

30

40

50

当該設計対象情報に含まれるもののみを残す（ステップS404）。そして、残った部品群と、配置対象部品とのネット情報を参照し、そのネット情報と一対になっている配線手法情報を参照して（ステップS405）、ステップS406で配線を行う。ステップS406は、そのネット情報に付加された配線手法情報に基づいて、メーズ法、あるいは、ラインサーチアルゴリズムによって基板上に配線経路を作成するステップS407と、当該ステップS407によって基板上に配線が行えたか否かを判定する判定ステップS408とからなり、メーズ法、あるいは、ラインサーチアルゴリズムによって配線を行う。その後、本アルゴリズムで配線が行われたか、行われなかったかの判定を行い、本アルゴリズムで配線が行われれば、配線された接続線の配線ボタン情報を各種作業用バッファに書き込み（ステップS409）、処理を終了し、行われなければ、実装失敗を高解像度ディスプレイ2に表示させる（図6に示したステップS214）。

【0087】以上の設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を、図8～図11の説明図を参照しながら説明を行う。図8、9、10、11は、設計情報の設定と、その設定によって配置、配線が如何に行われるかを示す説明図である。尚本図は、図5の一例に示したグラフィックスによって基板、部品、接続線、ビアを表している。

【0088】上記の図のうち、図8は、設計方法に全配線が設定された場合の実装の様子を表している。尚本図では、電源部、グランド部の配線は内層ベタとしているため、電源配線、グランド配線は図中503の端子から配線引き出し504が行なわれ、終点が505のビアとなる配線によって内層と接続されている。また、本図において、部品501が配置対象部品に設定されており、設計対象情報に部品510、511、512が設定されている。また、図8（a）において、端子間は破線によって結ばれているが、この破線は、重心法によって配置を行うため、アプリケーションプログラムが端子間に生成している張力を示している。

【0089】この図8（a）～（c）を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。図中の（a）の状態において、プロセッサ6は、部品501についてのネット情報を参照し、当該ネット情報で指示される端子間に張力（図中では、破線で示している。）が発生しているとし、これらの張力が0になる位置に部品501を配置する（図6に示したステップS206）。配置後、張力によって引き合った端子間に、図8（b）に示すように接続線を配線する（ステップS207）。同様な配置、配線を部品502に対して行い、図中の（c）に示すように、基板に対しての実装を終了する（ステップS210～213）。

【0090】次に図9について説明を行う。図9は、配置対象部品にグループが設定された場合の説明図である。このグループの一例として、図9には、グループ601が存在しており、このグループ601が有する端子は全配線が設定されている。本図も図8同様、破線で張力を表している。また本図は、図5の一例に示したグラフィックスによって基板、部品、接続線、ビアを表している。

【0091】この図を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。マイクロプロセッサ6は、グループ601を含む部品についてのネット情報を参照し、当該ネット情報で指示される端子間に張力（図中では、破線で示している。）が発生しているとし、これらの張力が0になる位置にグループ601を配置する（図6に示したステップS206）。配置後、張力によって引き合った端子間に、図9（b）に示すように接続線を配線する（ステップS207）。

【0092】次に図10について説明を行う。図10は、設計方法に途中配線が設定された場合の実装の様子を表している。本図も図8同様、破線で張力を表し、図5の一例に示したグラフィックスによって、基板、部品、接続線、ビアを表している。この図を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。

【0093】マイクロプロセッサ6は、部品701についてのネット情報を参照し、当該ネット情報で指示される端子間に張力（図中では、破線で示している。）が発生しているとし、これらの張力が0になる位置に部品701を配置する（図6に示したステップS206）。配置後、張力によって引き合った端子間に、図10（b）に示すように接続線1701、1702、1703を配線する（ステップS207）。マイクロプロセッサ6によって配線された1701、1702、1703は、ジャンパ線であり、その中央部が破線で表されている。この破線部分が、基板からはみ出し、また、他の配線と交差しているが、これはジャンパ線による配線が、空き領域の有無に拘らず行われることを示している。

【0094】次に図11について説明を行う。図11は、設計方法に引き出し配線が設定された場合の実装の様子を表している。本図も図8同様、破線で張力を表し、図5の一例に示したグラフィックスによって、基板、部品、接続線、ビアを表している。この図を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。

【0095】マイクロプロセッサ6は、部品801についてのネット情報を参照し、当該ネット情報で指示される端子間に張力（図中では、破線で示している。）が発生しているとし、これらの張力が0になる位置に部品8

01を配置する(ステップS206)。配置後、張力によって引き合った端子間に、図11(b)に示すように、端子804、807、808、809・・・から引き出し配線を行い、引き出し先にビアを打つ(ステップS207)。

【0096】以上のように本実施例によれば、配置、配線を交互に繰り返すことで、部品配置に対して常に配線を保証した設計ができ、基板上のレイアウトが部分的に確実に becoming ゆく。そのため、たとえ設定した大きさで部品、接続線にあふれが生じて、基板から、一部の部品、接続線を除去して配置、配線をやり直すことで最適レイアウトを探究することができる。このように基板レイアウトを部分的に確実にしていけば、仮実装の繰り返しがなくなり、実装設計が大きく効率化される。

【0097】また回路図上の重要なもののみに自動配置を行い、残余のものを対話編集にて配置、配線することで、めりばりのあるレイアウトが作成でき、基板の電気的特性を良くすることができる。同様に、部品の大きさを予め大きめに設定しなくてもよいので、この設定分の余白を切り詰めることができ、高密度化を図ることができる。対話編集等を用いたレイアウトの修正が少なくなるため、設計効率が大きく向上する。

【0098】(第2実施例)第2実施例では、配置対象部品を禁止域外及び配置済みの部品が占める領域外に配置し、その配置位置で、配線済みの接続線と重合した場合、その接続線を退避させるようにしている。また、配置対象部品についての接続線を禁止域外及び配線済みの接続線が占める領域外に配線し、その配線経路で配置済みの部品と重合した場合、その配置済みの部品を退避させるようにしている。

【0099】そのため、第2実施例では、図6のフローチャートのステップS206が、図12に示すサブフローチャートで構成される。また図7のステップS406が、図13に示すサブフローチャートで構成される。図12に示すフローチャートは、重心法により配置済みの部品が占める領域外あるいは禁止域外に、配置対象部品の配置位置を決めるステップM1と、決定した位置で、部品が配線済みの接続線と重合したかを判定する判定ステップM2と、重合が判定された場合、重合した接続線(障害配線)が退避可能な空き領域が、基板上に存在するかを判定するステップM3と、存在しなければ、障害配線の退避先の候補となる候補領域を複数個生成するステップM4と、候補領域の生成後、候補領域内の部品あるいは接続線の移動が基板上において既に作成されたレイアウトにどれだけ影響するかを、評価関数によって評価するステップM5と、評価関数による評価後、その評価によって、最も影響が少ないことが判明した候補領域及びその周辺に位置する部品あるいは接続線を僅かずつ移動して、空き領域を確保するステップM6と、ステップM6での移動によって空き領域が確保し得たかを判定

するステップM7と、障害配線を空き領域に退避するステップM8と、空き領域が確保できなかった場合、障害配線を引き出し配線に変更するステップM9と、障害配線を空き領域に退避するステップM10とからなる。

【0100】一方、図13に示すフローチャートは、第2実施例では、配線済みの接続線が占める領域外、禁止域外にメース法、あるいは、ラインサーチアルゴリズムによって基板上に配線経路を作成するステップN1と、作成後、作成した配線経路が配置済みの部品と重合したかを判定するステップN2と、ステップN2で重合が判定された場合、重合した部品(障害部品)及びそれに接続されている接続線の退避先となる空き領域が基板上に存在するかを判定するステップN3と、存在しなければ、障害部品、及び、それに接続されている接続線の退避先の候補領域を基板上に複数個生成するステップN4と、ステップN4での生成後、候補領域の部品あるいは接続線の移動が基板上において既に作成されているレイアウトにどれだけ影響するかを評価関数によって評価するステップN5と、評価関数での評価後、その評価によって最も影響が少ないことが判明した候補領域及びその周辺に位置する部品あるいは接続線を僅かずつ移動し、障害部品及びそれに接続されている接続線の退避先となる空き領域を確保するステップN7と、空き領域が確保不可能かを判定するステップN8と、障害部品及びそれに接続している接続線を空き領域に退避するステップN9とからなる。

【0101】ここで候補領域とは、その内部に所定の大きさの空き領域を含んでいる領域であり、その空き領域周辺に位置する部品群を僅かずつ移動させれば、そこに障害配線を退避できる領域を確保できるものをいう。あるいは、その空き領域周辺の部品を退避させればそこに障害部品及びそれに接続している接続線を退避できる領域をいう。評価関数とは、上記の空き領域確保のための移動が、その候補領域内部及びその周辺の部品の退避が基板上の既に作成されているレイアウトにどれだけ影響するか(この小ささは評価値と称される。)を評価する関数である。このように、評価関数は作成済みのレイアウトへの影響を評価するものであるから、評価値は「その候補領域内にどれだけ配置済みの部品がふくまれているか」、「配線済みの接続線がどれだけふくまれているか」、「候補領域の位置がどれだけ基板の外枠に近い」に基づいて増減する。

【0102】図14は、配置の移動によって配線領域が確保されてゆく様子を表した図である。本図において、部品3101が配置対象部品に設定されている。また、図中で破線で外形を表した領域3111は、ステップM1で決定される配置対象部品の配置位置である。この図を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。既に基板上に部品3102～3107が配置

され、マイクロプロセッサ6は、配置対象部品に部品3101を選択している。先ずマイクロプロセッサ6は、重心法により配置済みの部品が占める領域外、禁止域外、配置対象部品3101の配置位置を決定し(図12のステップM1)、決定した位置で、部品が配線済みの接続線と重合したかを判定する(ステップM2)。ここで、図14(a)の参照符号3111に示す部分が配置位置に決定され、接続線3112~3115との重合が判定されると、これらを障害配線と設定する。設定後、マイクロプロセッサ6は、退避可能な空き領域が存在するかを判定する(ステップM3)、図14(a)では、障害配線の右隣に空き領域が存在しているので、マイクロプロセッサ6は、図14(b)に示すように、障害配線3112~3115を、この空き領域に退避する(ステップM8)。

【0103】図14の一例では、障害配線の右隣に空き領域が存在していたが、次に、図14の右隣の領域が、配置済みの部品及び配線済みの接続線によって占められている場合について図14及び図15を参照しながら説明を行う。図15は、ステップM6で、配線領域が確保されてゆく様子を示した説明図である。ステップM3において、空き領域が存在しなければ、マイクロプロセッサ6は、障害配線の退避先の候補となる候補領域を複数個生成し(ステップM4)、候補領域内の部品あるいは接続線の移動が基板上の作成済みのレイアウトにどれだけ影響するかを評価関数によって評価する(ステップM5)。ここで、図14において障害配線3111の周辺には、部品3102、3103、3104、3105、3106、3107が位置しており、障害配線3111の右隣の領域と、これらの部品が占める領域とが候補領域として生成される。これらの候補領域のうち、部品3102、3103、3104、3105、3106、3107が位置する領域は、基板の外枠の近くに位置しているから、これらの位置の評価値は自ずと高いものとなる。従って、これらと比較して、配置対象部品3101の右隣の領域の評価値が最も低く算出される。そのためマイクロプロセッサ6は、算出した評価値に基づいて、図15に示すように、障害配線3101の右隣の領域、及び、その周辺に位置する部品あるいは接続線を矢印に示すように僅かずつ移動して、空き領域を確保する(ステップM6)。この図15の一例では、その周辺の部品、接続線を僅かずつ移動させることで、障害配線を退避させるだけの空き領域が確保されているので、確保可能と判定されると(ステップM7)、障害配線3112~3115を、この空き領域に退避し(ステップM10)、処理を終了する。

【0104】もしここで、障害配線を退避させだけの空き領域が確保できなければ(ステップM7)、空き領域に障害配線を引き出し配線に変更する(ステップM9)。図16は、図13のフローチャートによって配線

領域が確保されてゆく様子を表した図である。図16において、部品2702が配置対象部品に設定されている。また、図中の破線は、図16(a)において網掛けが付された部品が、ステップN2で判定される障害部品2701である。

【0105】この図を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。マイクロプロセッサ6は、部品2701、2704~2708を、基板上に既に配置しており、また、配置対象部品2702を既に図16(a)に示すように配置している。ここでマイクロプロセッサ6は、配線済みの接続線が占める領域外、禁止域外にメーズ法、あるいは、ラインサーチアルゴリズムによって基板上に配線経路2711を作成し(ステップN1)、作成した配線経路が配置済みの部品を重合したかを判定する(ステップN2)。ここで、図16(b)に示すように、配線経路2711が障害部品2701と重合したとすると、障害部品2701及び、それに接続されている接続線の退避先となる空き領域が存在するかを判定する(ステップN3)。ここで、障害部品2701の右隣に空き領域が存在するので、マイクロプロセッサ6は、図16(c)に示すように、この空き領域に、障害部品を退避する(ステップN9)。

【0106】図16の一例では、障害部品の右隣に空き領域が存在していたが、次に、図16の右隣の領域が配置済みの部品及び配線済みの接続線によって占められている場合について図16及び図17を参照しながら説明を行う。図17は、上記フローチャートによって、障害部品を配置するための領域が確保されてゆく様子を示した模式図である。

【0107】ステップN3において空き領域が存在しなければ、障害部品、それに接続されている接続線の退避先の候補領域を基板上に複数個生成する(ステップN4)。ここで、障害部品2701の周辺には部品2704~2707が存在するので、これらが占める領域が候補領域として指定される。次にマイクロプロセッサ6は、各候補領域について、候補領域の部品あるいは接続線の移動が基板上のその他の部品及び配線済みの接続線にどれだけ影響するかを評価関数によって評価する(ステップN5)。部品2702~2707は、基板の外枠に近いので、これらの評価値は自ずと高くなる。従ってこれらと比較して、障害部品2701の右隣の領域の評価値が最も少なくなる。右隣の領域の少なさが判明すると、図17に示すように、この候補領域及びその周辺に位置する部品あるいは接続線を矢印に示すように僅かずつ移動して空き領域を確保し(ステップN7)、確保できれば(ステップN8)、障害部品及び、これに接続されている接続線を空き領域に退避して(ステップN9)、処理を終了する。もし退避できなければ、図6に示したステップS214に戻り、実装失敗をディスプレ

ィ2に表示させる。

【0108】以上のように本実施例によれば、障害配線が退避可能かを判定し、可能な場合は当該接続線を退避させるので、空き領域が確保できなかった場合の配置不可能に柔軟に対応でき、実装成功となる可能性を高めることができる。換言すれば、障害配線の退避を試行した後に実装失敗と判断するので、実装失敗の可能性を減らすことができる。

【0109】また本実施例によれば、障害部品が退避可能かを判定し、可能な場合は当該部品を退避させるので、空き領域が確保できなかった場合の配線不可能に柔軟に対応でき、実装成功となる可能性を高めることができる。換言すれば、障害部品の退避を試行した後に実装失敗と判断するので、実装失敗の可能性を減らすことができる。

【0110】更に、障害配線及び障害部品の周辺の部品を僅かずつ移動することで空き経路を確保しようとするので、多くの接続線が配線されて、基板上の空き経路が極めて少なくなった状態でも、最後まで空き経路の確保が試みられることになる。またその移動によって空けられた領域を通るように、算出された領域中の障害配線の配線経路、障害部品の配置位置が変更されるので、高密度なレイアウトが作成されることになる。この空き領域が無い場合には、障害配線を引き出し配線で処理し、他面を用いて配線を行うことで、部品配置不可能による実装失敗を無くすることができる。

【0111】尚、障害部品が表面実装部品であり、基板の部品面、半田面に配置可能な場合に、配線の邪魔にならないように面を変更してもよい。また、配置角度を変更してもよい。多層基板の場合であれば、障害部品をさけるために、引き出し配線によって配線層を変更し配線してもよい。上記実施例は、第1実施例の構成に付加する形で説明してきたが、本実施例は、その要旨を逸脱しない範囲で変更実施することができる。例えば、本実施例での配線が行えたなら、第4実施例での配線長の短縮を行うように構成してもよい。また、本実施例で基板の面積が不足したら、第3実施例での基板面積の拡大処理を行うように構成してもよい。

【0112】(第3実施例)第3実施例では、実装設計を終えた後、基板の大きさをどれだけにすればよいかを算出し、算出した大きさの基板で、実装設計のやり直しを行うようにしている。そのため、第3実施例では、図6のフローチャートのステップS210(実装成功時)、S214(実装失敗時)での処理を終えた後に、図18のフローチャートが実行され、このフローチャートの処理を終えた後に、図6のフローチャートのステップS203を行うようにしている。

【0113】図18のフローチャートは、回路図上の部品が基板上に全て配置されたかを判定するステップS1704と、配置できなければ、未配置の部品が占める面

積SPを算出するステップS1705と、配置できていた場合、回路図上の接続線が配線されたかを判定するステップS1706と、配線できてなかったら、未配線の接続線のネット情報を検索するステップS1707と、検索された接続線がどれだけの配線長になるか(この配線長を仮想配線長Lとする)を算出するステップS1708と、その未配線の接続線が基板上で占める巾(巾W)を算出するステップS1709と、 $S = SP + SR$ ( $SR = W \times L$ )を計算し、基板面積の不足分Sを算出するステップS1710と、今の基板の面積(面積SB)を算出するステップS1712と、不足分Sと面積SBとの割合に基づいて、基板の拡大幅EWを算出するステップS1713と、基板の外枠を、外側に拡大幅EWだけ拡大するステップS1714と、基板拡大フラグに1を設定するステップS1715と、実装設計が成功した場合、基板拡大フラグの設定値を判定するステップS1716と、基板の外枠から配置済みの部品までの余白RWを算出するステップS1718と、基板の外枠の各辺を余白RWだけ内側に縮小するステップS1720とからなる。

【0114】図19は、基板の拡大幅を算出する様子を示した説明図である。尚本図は、図5の一例に示したグラフィックスによって基板、部品、接続線、ビアを表している。この図を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。マイクロプロセッサ6は、回路図上の部品が基板上に全て配置されたかを判定する

(図18のフローチャートに示すステップS1704)。図19(a)において、部品1801が配置できていないので、未配置部品1801が占める面積SPを算出する(ステップS1705)。ここでもし配置できていたら、回路図上の接続線が配線されたかを判定する(ステップS1706)。ステップS1706において配線できてなかったら、マイクロプロセッサ6は、未配置部品1801の未配線の接続線のネット情報を検索し(ステップS1707)、検索された接続線がどれだけの配線長になるかを算出して(ステップS1708)、その未配線の接続線が基板上で占める巾(巾W)を算出する(ステップS1709)。算出後、 $S = SP + SR$ ( $SR = W \times L$ )を計算し、基板面積の不足分Sを算出する(ステップS1710)。算出後、L字状の今の基板の大きさ(面積SB)を算出し(ステップS1712)、不足分Sと面積SBとの割合に基づいて、基板の拡大幅EWを算出する(ステップS1713)。算出後、図19(b)に示すように、基板の外枠を外側に拡大幅EWだけ拡大し(ステップS1714)、拡大後、基板拡大フラグに1を設定する(ステップS1715)。このように、拡大幅EWだけ拡大された基板に対して、再度実装設計を行ったとする(図6に示したステップS203~S210)。すると、図19(c)に示

すように、未配置部品は、基板内に配置され、そればかりか、全ての部品、接続線が高密度に実装される。

【0115】次に実装設計が成功した場合について行う。図19(d)～(f)は、基板の縮小幅を算出する様子を示した説明図である。ここで、図19(d)での状態で、実装設計が終了したものとする。まずマイクロプロセッサ6は、基板拡大フラグの設定値を判定し(ステップS1716)、この成功が上記の拡大幅EWの拡大によるものかを判定する。基板拡大フラグが1ならば、これ以上縮小しようがないので、処理を終了する。10 そうでなければ、基板の外枠から配置済みの部品に至るまで、空き領域を順次探索してゆき、外枠から、配置済みの部品までの余白RWを算出する(ステップS1718)。このような算出によって、図19(e)で矢印で示す余白RW1～RW4が算出される。算出後、基板の外枠の各辺を余白RWだけ内側に縮小する(ステップS1720)。縮小後、縮小幅RW1～RW4だけ縮小された基板に対して、再度実装設計を行ったとする(図6に示したステップS203～S210)。すると、図19(f)に示すように、全ての部品、接続線が高密度に実装される。20

【0116】尚、上記実施例では、未配置、未配線の面積から拡大幅を求めたが、拡大距離を任意のオフセット値を設けそのオフセット分拡大していてもよい。また、基板縮小の処理においても、任意のオフセットを設け、そのオフセット分縮小してもよい。また、基板面積と配置済みの部品、配線済みの接続線が占める面積とが等しくなるように基板外形縮小距離を算出してもよい。また、本実施例は、第1実施例に適用して説明を行ったが、第1実施例での手順を踏まなくても、従来通りの自動配置、自動配線の後に、拡大距離、縮小距離を求めるようにしてもよい。

【0117】上記実施例は、第1実施例の構成に付加する形で説明してきたが、本実施例は、その要旨を逸脱しない範囲で変更実施することができる。例えば、第2実施例での障害配線、障害部品の退避を終えた後に、本実施例での処理を行うよう構成したり、本実施例での配線が行えたなら、第4実施例での配線長の短縮を行うように構成してもよい。

【0118】(第4実施例)第4実施例では、配置対象部品の配置位置を配置済みの部品に寄せて、配線長を切り詰めるようにしている。そのため、第4実施例では、図7のフローチャートのステップS406に示したフローチャートが、図20のサブフローチャートに示すように構成される。

【0119】以降、本フローチャートを参照しながら、第4実施例についての説明を行う。第4実施例では、図7のフローチャートに示したステップS406が、重なりフラグに初期値0を設定するステップS1202と、配線経路を形成するステップS407と、配線経路が形

成し得たかを判定する判定ステップS408と、配線できたら、配線ボタン情報をバックアップするステップS1206と、バックアップ後、基板上から、配置対象部品の接続線の配線ボタン情報を削除するステップS1208と、削除した後、配置対象部品の配置位置、配置面、角度等のバックアップをとるステップS1210と、配置対象部品の移動先(移動目標点)を算出するステップS1211と、その移動先に移動するための移動量を算出するステップS1212と、算出された移動量だけ、配置対象部品の配置位置を寄せるステップS1213と、S407での配線が行えなかった場合、一度でも配線が成功したことがあるかを判定するステップS1214と、一度でも成功した場合、既に記憶した配線ボタン情報で配線を行うステップS1215と、重なりフラグが1にされたら、配置対象部品の位置寄せをそこまでに留めるステップS1207とからなる。

【0120】尚、重なりフラグとは、上記の位置寄せを行うにあたって、配置対象部品と配置済みの部品とが重なったときに設定されるフラグである。従って、この重なりフラグは重なり時のみ1に設定され、そうでない時には、0に設定される。

<移動目標点の算出>図20のフローチャートに示したステップS1211では、クリティカルバス、アドレスバス、データバスの配線長を切り詰めるよう、移動先を決定している。そのため、図20のフローチャートに示したステップS1211は、図22に示すようなサブフローチャートで構成される。

【0121】図22に示すように、図20のフローチャートのステップS1211は、配置対象部品に接続されている接続線のネット情報を参照するステップS1302と、そのネット情報にクリティカルバスが存在するかを判定するステップS1308と、データバス、アドレスバスが存在するかを判定するステップS1309と、クリティカルバスかバスかが存在すれば、それらを対象ネット(対象ネットとは、配線長を切り詰めようとする接続線のネット情報を格納するための配線である。)に設定し、クリティカルバスもバスもなければ、配線済みの接続線を対象ネットに設定するステップS1310と、対象ネットを介して、配置対象部品が有する端子と接続されている全ての端子を探し出すステップS1305と、探し出した全ての端子の形状から、それらの端子の重心位置を算出するステップS1306とからなる。尚、ネット情報がクリティカルバスであるか、データバスあるいはアドレスバスであるか、この何れでも無いかは、ネット情報に付加されたクリティカル有無欄、バス有無欄を参照することで行われる。クリティカル有無欄、バス有無欄が付加されたネット情報の一例を図21に示す。図中のネット名Aの横の並びは、「ネット名Aの接続線は、IC1-1の端子、IC3-5の端子を接続しており、バスと設定されている。」といった内容を示して



いる。また図中のネット名Bの横の並びは、「ネット名Bの接続線はIC5-5の端子、IC6-7の端子を接続しており、バスでもクリティカルバスでもない」といった内容を示している。図中のネット名Cの横の並びは「ネット名Cの接続線は、IC7-1の端子、IC10-5の端子を接続しており、「クリティカルバス」と設定されている。」といった内容を示している。本情報は、回路設計時あるいは実装設計時に対話編集モードを起動することで入力され、ファイルの形態で記憶装置1に記憶されており、適宜、各種作業用バッファ領域へと読み出されて使用される。

【0122】＜移動量算出＞図20のフローチャートに示したステップS1212は、ステップS1206からステップS1213までの処理が何度も繰り返されることで、配置対象部品の位置が徐々に目標点に近づくように構成されている。そのため、図20のフローチャートに示したステップS1212は、図23に示すサブフローチャートで構成される。

【0123】図23のサブフローチャートは、目標点との間の禁止域、配置済みの部品、配線済みの接続線を回避するように、移動方向Dを算出するステップS1403と、重なり巾Wを”0”に設定するステップS1404と、移動量Lを算出するステップS1405と、移動量Lが”0”以下かを判定するステップS1407と、以下でなければ、配置対象部品を移動量Lだけ移動できるかを判定するステップS1408と、できなければ、重なり巾Wを算出するステップS1409と、重なり巾Wを算出すれば、重なりフラグを1に設定するステップS1209と、移動距離Lから重なり巾Wを減ずるステップS1406と、移動量Lが0以下か、移動可能であれば、移動位置を算出するステップS1410とからなる。

【0124】上記移動方向Dは、配置対象部品から目標点への方向を示す変数である。また重なり巾Wとは、配置対象部品の移動によって、配置済みの部品と、目標点とがどれだけ重なったかを示す変数であり、配置対象部品が目標点に近付いてゆく間は”0”で、重なりだすとその重なった巾が設定される。図中のMは配置対象部品と目標点との間の距離で、目標点に近づく度に小さくなってゆく。移動量Lは、配置対象部品を徐々に近付けるための寄せ巾である。移動量LはMをn（nは所定数であり、本実施例では、10と設定されている。）で割った値に設定されている。このように移動量Mが小さく設定されているのは、配置対象部品を移動した場合に、近づき過ぎたために、配線ができなかったり、配置対象部品と現配置位置との間の障害物が存在したりして移動できなくなるのを防ぐためである。なお、移動量Lは、配置対象部品の形状巾などを考慮して決定してもよい。

【0125】上記のサブフローチャートでは、1回の移動により、配線が可能となった場合、一旦図20のフロ

ーチャートに戻るようになっている。そして再度、図20のフローチャートから、本サブフローチャートに処理が移った場合、目標点と配置対象部品との距離は前回より小さくなっているため、本サブフローチャートは前回より小さい移動距離Lを算出する。すなわち、移動の回数が増すほど、また目標点に近づくほど、小さい移動量を算出するようにしている。

【0126】図24の説明図は、配置対象部品が目標点に徐々に近づく様子を表している。図中のフェーズ1は、その左の初期状態から、配置対象部品1501を移動距離L1だけ移動し、配線した状態である。フェーズ2は、フェーズ1で配線可能であるため、同様に移動距離L2を求め、さらに移動を行い、配線した状態である。フェーズ1からフェーズnは、移動および配線処理を繰り返すことを示す図であり、繰り返しが進むにつれて移動距離は小さくなり移動目標点に近づいていく。最終結果は、配線不可能となる1つ前の状態での配置配線結果である。この最終結果は、初期状態の配線と比較して配線が短くなっている。本図において、部品1501が目標点に設定されている。また図中にプロットされた黒丸1515は目標点である。図中の左向きの矢印移動量L1、移動量L2、移動量Lnは移動量である。この移動前後の配置対象部品の様子を、実線で描かれた配置対象部品1501と、破線で描かれた配置対象部品1501との交差で表している。

【0127】以降、本図を参照しながら、上記フローチャートによって位置寄せが行われる過程を説明する。既に、重なりフラグに初期値0を設定され（図20のフローチャートのステップS1202）、図中の”初期状態”に示すように配線経路が形成されて（図20のフローチャートのステップS407）、配線経路が形成し得ることが判定されている（ステップS408）。この初期状態でマイクロプロセッサ6は、初期状態での配線ボタン情報をバックアップする（ステップS1206）。バックアップ後、基板上から配置対象部品の接続線の配線ボタン情報を削除し（ステップS1208）、削除した後、重なりフラグが1かを判定して（ステップS1207）、配置対象部品の配置位置、配置面、角度等をバックアップする（ステップS1210）。その後、マイクロプロセッサ6は、配置対象部品の移動目標点を算出する（図20のフローチャートのステップS1211）。

【0128】ここで、図20のフローチャートから、図22へのサブフローチャートへの移行を行う。マイクロプロセッサ6は、配置対象部品に接続されている接続線のネット情報を参照し（ステップS1302）、その中に、クリティカルバスあるいはデータバス、アドレスバスが存在するかを判定する（ステップS1308、1309）。配置対象部品1501には、バス1515～1518が存在するので、これらのバスのネット情報を対象ネットに設定する（ステップS1310）。対象ネッ



トの設定後、マイクロプロセッサ6は、対象ネットを介して配置対象部品が有する端子と接続されている端子を探し出す（ステップS1305）。配置対象部品は、バス1515～1518を介して端子1511～1514と接続されているので、これらの端子の形状から、重心位置1515を算出し（ステップS1306）、算出後、この重心位置1515を移動目標点とする。この移動目標点の算出を終えると、図22のサブフローチャートから図20のフローチャートへとリターンする。

【0129】図20にリターンすると、続いて移動位置決定が行われる（図20のフローチャートに示したステップS1212）。ここで処理は、図20から図23へのフローチャートへと以降する。先ずマイクロプロセッサ6は、目標点との間の禁止域を回避するような移動方向Dを算出する（ステップS1403）。移動方向Dは、初期状態での配線が可能であったため、現配置位置から移動目標点に近づく方向、すなわち左方向に設定する。移動方向の設定後、マイクロプロセッサ6は、重なり巾Wを“0”に設定し（ステップS1404）、移動方向に対して部品1501を移動するため、移動距離L1を算出する（ステップS1405）。本例においては、移動距離L1は部品1501の基準座標と移動目標点との距離Mの1/10となる。移動量Lの算出の後、移動量Lが“0”以下かを判定する（ステップS1406、S1407）。以下でなければ、配置対象部品が移動量Lだけ移動できるかを判定する（ステップS1408）。移動可能なので、移動位置を算出する（ステップS1410）。移動量の算出後、図20のフローチャートにリターンする。

【0130】ここでの移動方向Dは、配線ができていれば、図20のフローチャートに示したステップS1211で算出した移動目標点に近づく方向になる。配線ができていなければ、ステップS1211で算出した移動目標点から遠ざける方向が、移動方向Dになる。マイクロプロセッサ6は、算出された移動量L1だけ、配置対象部品の配置位置を、目標点に寄せる（ステップS1213）。寄せた後に配線を行うと、基板上のレイアウトは、フェーズ1のようになる。

【0131】同様に、移動量L2を算出し、移動量L2だけ配置対象部品の位置を寄せる。続いて移動量L3を算出し、移動量L3だけ配置対象部品の位置を寄せる。このような手順を繰り返すことで、フェーズ2・・・フェーズnに示すように、配置対象部品1501が有する端子1519は、最も、目標点1515に近づいた状態になる。

【0132】この最も接近した状態で、マイクロプロセッサ6は、目標点との間の禁止域を回避するような移動方向Dを算出し、移動量L<sub>n+1</sub>を算出する（図23のフローチャートのステップS1405）。フェーズnにおいて、目標点と、配置対象部品との間隔は僅かなものに

なっているから、その1/10の値であるL<sub>n+1</sub>は微々たる値となる。移動量L<sub>n+1</sub>の算出の後、移動量L<sub>n+1</sub>が“0”以下かを判定する（ステップS1407）。以下でなければ、配置対象部品が移動量L<sub>n+1</sub>だけ移動できるかを判定する（ステップS1408）。ここで、配置対象部品1501が目標点に重なることで移動不可能になったとすると、マイクロプロセッサ6は重なり巾Wを算出する（ステップS1409）。算出後、L<sub>n+1</sub>から重なり巾Wを減じ、減じた値L<sub>n+2</sub>を移動量とする。このL<sub>n+2</sub>は、L<sub>n+1</sub>から重なり巾のみを省いたものであるから、配置対象部品の配置位置を極限まで寄せるものとなる。このL<sub>n+2</sub>の移動を行うと、最終結果のレイアウトとなる。重なり巾の算出後、重なりフラグを1に設定し、移動位置を算出する（ステップS1410）。移動位置の算出後、図20のフローチャートにリターンする。

【0133】マイクロプロセッサ6は、算出された移動量L<sub>n+2</sub>だけ、配置対象部品の配置位置を目標点1515に寄せる（図20のフローチャートのステップS1213）。寄せた後に配線を行い、ステップS1206を経て、ステップS1207に至ると、重なりフラグの設定値を判定する。上記の重なり巾Wの算出の後で重なりフラグが1に設定されているので（ステップS1207）、処理を終了する。

【0134】尚、上記の説明では、配置対象部品が水平に移動していったが、上記フローチャートでは、斜め方向の移動も可能である。この場合、配置対象部品が移動する度毎に異なった移動方向を設定し、その方向に移動する。これを、各フェーズの度に行えば、図24では水平線状であった配置対象部品の動きが、曲線を描くようになる。

【0135】尚、図20のフローチャートのステップS408において、配線失敗である場合、一度でも配線が成功したかを判定する（ステップS1215）。もし成功していたら、その成功時で記憶した配線パターン情報で配線を行い（ステップS1215）、そうでなければ、実装失敗とする。以上のように本実施例によれば、実際に配線し配線可能性を確かめながら、部品の配置目標点に最も近づく位置への移動を行ない、また配線できない場合には、配線可能となるまで、目標点から遠ざける方向への移動を行なうことにより、余分な配線領域をなくし、高密度な配置配線設計ができる。そのため、配線長を切り詰めたレイアウトを作成することができる。従って、配線中のインダクタンス成分が信号の周波数及び経路長に比例して増大することで生じる位相遅延を低減することができる。

【0136】またクリティカルバスである映像信号の接続線長が切り詰められることで、映像信号は基板上の部品のノイズを受けにくくなる。更にクロック信号の接続線長が切り詰められることで、基板上の部品に与えるノ

10

20

30

40

50

イズを最も小さくすることができる。尚、上記移動距離は、配置対象部品の形状巾などを考慮して決定してもよい。

【0137】上記実施例は、第1実施例の構成に付加する形で説明してきたが、本実施例は、その要旨を逸脱しない範囲で変更実施することができる。例えば、第2実施例での障害配線、障害部品の退避を終えた後に、本実施例での処理を行うよう構成したり、また、本実施例で基板の面積が不足したら、第3実施例での基板面積の拡大処理を行うように構成してもよい。

【0138】(第5実施例)第5実施例では、第4実施例での構成に加えて、配線済みの接続線の配線ボタン情報を再利用するようにしている。そのため、第5実施例では、図25のフローチャートに示すように、図7のフローチャートのステップS406が、図20に示したフローチャートに、配置対象部品の配線を、配線手順情報を用いて行うステップS2501と、移動目標点に向けて配置対象部品を移動した後であり、直前に配線された配線ボタン情報が存在するか否かを判定するステップS2502と、存在すれば、その配線ボタン情報の相似形を作成するステップS2503と、ステップS2503において、配線が行えた後に、配線ボタン情報を記憶するステップS2109とを加えた構造になっている。

【0139】また、ステップS2501は、図27に示すように、配置対象部品が有する端子の1つについてのネット情報が、ネットグループ(相互に配線ボタン情報を利用し合う接続線のグループである。)に含まれるかを判定するステップS2771と、もし含まれていれば、そのネットグループの中に、既に配線ボタン情報が作成されているものが有るかを判定するステップS2772と、作成されているものがあれば、その配線ボタン情報を利用して配線を行うステップS2773と、なければ、メーズ法、ラインサーチ法で配線するステップS2774とを有し、以上のステップを、配置対象部品が有する全ての端子について繰り返すループ構造になっている。

【0140】尚、どの接続線がネットグループになるかは、各種作業用バッファ内の配線手順情報内に示されている。配線手順情報とは、これから配線を行う際、一度配線が行われた配線ボタン情報を利用するための情報であり、その一例を図26に示す。図26に示すように、配線手順情報は、各グループの識別子であるグループ名と(図中のGr1、Gr2、Gr3)と、回路図上で束ねられ、1つのグループにまとめられている接続線のネット名の集合と(図中のA1、A2、A3)と、これらの接続線がどうゆう形状で統一されるべきであることを示すボタン形状(図中のL字状、水平線状)とからなる。

【0141】図28は、上記配線ボタン情報の再利用が行われる様子を示した説明図である。尚本図は、図28の一例に示したグラフィックスによって基板、部品、接

続線、ビアを表している。本図において、接続線2410~2413が上記再利用によって配線された接続線群であり、これらのネット情報は、同一ネットグループに属している。2410~2413の下に、2410~2413の相似形であって、各辺を等縮したものが存在するが、これらは、ステップS2503で作成される相似形の配線ボタン情報である。また本図では、部品2401が配置対象部品に、2411が移動目標点に設定されている。

10 【0142】この図を参照しながら、フローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。重心法が行われることによって、配置対象部品2401が既に配置されている。ここでマイクロプロセッサ6は、配置対象部品が有する端子の1つについてのネット情報が、何れかのネットグループに含まれるかを判定する(ステップS2771)この場合、接続線2410のネット名ネットAがネットグループAに含まれているので、続いて、そのネットグループAの中に、既に配線ボタン情報が作成されているものが有るかを判定する(ステップS2772)。ここで、図26に示すように、作成されているものとすると、この配線ボタン情報を利用して、接続線2410~2413の配線を行う(ステップS2773)。本図では、ボタン形状にL字状が記憶されているので、図28に示すように、接続線2410~2413をL字状に配線する。

【0143】このように配線が行われると、今度は、移動目標点を設定し、図28(b)に示すように、移動目標点2411に向けて、配置対象部品2401を左斜め下に移動する(ステップS1210~S1213)。尚この移動の前には、配線ボタン情報が記憶されている。マイクロプロセッサ6は、移動目標点に向けて配置対象部品を移動するため、配線ボタン情報が記憶されているかを判定し(ステップS2502)、記憶されていれば、その配線ボタン情報の相似形を作成する(ステップS2503)。ここで、接続線2410~2413の相似形として、接続線2420~2423が作成される。作成後、移動目標点と、移動後の配置対象部品2401との間を、この接続線2420~2423で配線を行う(図7のフローチャートのステップS407)。以上の配線ボタン情報の記憶、及び、相似形の作成を、配置対象部品2401が最も移動目標点2411に近づくまで繰り返す。

【0144】以上のように本実施例によれば、配線ボタン情報の再利用を行うことで、各接続線は、その形状を継承し合うことができ、基板上の接続線の等直性を上げることができる。またアドレスバス、データバスのそれぞれを以上のように配線すれば、接続線の形状が統一されることで、バス間のタイミングのずれを最小限に留めることができ、電気特性的に優れた配線設計が可能となる。更に、メーズ法、ラインサーチアルゴリズムの処理

時間の短縮化を図ることができる。

【0145】上記実施例は、第4実施例の構成に付加する形で説明してきたが、本実施例は、その要旨を逸脱しない範囲で変更実施することができる。例えば、第2実施例での障害配線、障害部品の退避を終えた後に、また、本実施例で基板の面積が不足したら、第3実施例での基板面積の拡大処理を行うように構成してもよい。

(第6実施例) 第6実施例では、配置対象部品についての配線を行う際、その後に配置される部品のために、配置領域を確保するようにしている。この配置領域の確保は、配置対象部品が有する端子のうち、配置順位が後順の部品と接続のあるものを引き出し配線しておくことで行われる。そして、後順の部品が配置される際には、その引き出し配線を一旦削除し、その削除によって確保された領域をも部品配置に利用する。

【0146】このような確保処理のため、図7のフローチャートに示したステップS406は、図29に示すように、配置対象部品が有する端子のうち、まだ配線が行われていないものを始点と設定するステップS913と、その始点から、引き出し情報を参照して、引き出し配線を行う方向を設定するステップS914と、引き出し情報を参照して、その端子の引き出し配線がどのような範囲で行われるべきかを判定し(この範囲は、最大最小距離と称される。)、その範囲内での配線を行うステップS917と、その配線の終端にビアを打つステップS918とからなる。

【0147】ここで引き出し情報とは、その名の通り、各接続線の引き出し配線をどのように行うかを示した情報であり、その一例を図31に示す。図31に示すように、引き出し情報は、引き出し配線を行う接続線のネット名と(図中のA)、その引き出し方向("右")と、引き出し配線の範囲となる最大最小距離(図中の"0.3~0.5mm")とからなる。本情報は、回路設計時あるいは実装設計時に対話編集モードを起動することで入力され、ファイルの形態で記憶装置1に記憶されており、適宜、各種作業用バッファ領域へと読み出されて使用される。

【0148】また第6実施例では、図6に示したステップS206が、図30に示すように、基板上の引き出し配線による接続線のうち、配置対象部品(この配置対象部品は、上記の後順の部品に相当する。)が有する端子と同一のネット情報のものが存在するかを判定するステップS301と、判定された引き出し配線を削除するステップS302とを有している。

【0149】図32は、配置領域の確保が行われる様子を示した説明図である。尚本図は、図5の一例に示したグラフィックスによって基板、部品、接続線、ビアを表している。この図を参照しながら、上記のフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。

【0150】尚、図6のフローチャートのステップS206での配置処理によって、配置対象部品1001が配置されているものとする。マイクロプロセッサ6は、直前に配置された配置対象部品1001が有する端子のうち、まだ配線が行われていない端子1010~1017を始点と設定する(図29のフローチャートのステップS913)。設定後、これらの始点から、引き出し情報を参照して、引き出し配線を行う方向を設定し(ステップS914)、その端子の引き出し配線がどのような範囲で行われるべきかを判定する(ステップS915)。ここで、端子1010~1013についての引き出し情報の内容を図31に示すものとする、マイクロプロセッサ6は、端子1010~1013から、右方向に、0.3mm長の配線を行う(ステップS917)。このように配線を行った後、配線の終端にビアを打つ(ステップS918)。端子1014~1017についても同様の処理を繰り返すと、配置対象部品1000は、図32(a)に示すように、引き出し配線される。

【0151】続いて、配置対象部品として部品1001が選ばれ、この配置対象部品1001の配置が行われようとしている。ここで、マイクロプロセッサ6は、基板上の引き出し配線のうち、配置対象部品1001が有する端子と同一のネット情報のものが存在するかを判定する(ステップS301)。図32(a)の端子1010~1013、1015、1016が、その同一ネット情報なので、これらの引き出し配線を、マイクロプロセッサ6は、基板から削除する(ステップS302)。

【0152】このような削除によって、空き領域を増やした後、マイクロプロセッサ6は、配置対象部品1001の配置を行う。以上のように本実施例によれば、後順の部品のために引き出し配線によって配置位置を確保するので、自身と接続とある部品の配置位置が、他の部品によって占有されてしまうことを防止できる。

【0153】上記実施例は、第1実施例の構成に付加する形で説明してきたが、本実施例は、その要旨を逸脱しない範囲で変更実施することができる。例えば、第2実施例での障害配線、障害部品の退避を終えた後に、本実施例での処理を行うよう構成したり、本実施例での配線が行えたなら、第4実施例での配線長の短縮を行うように構成してもよい。また、本実施例で基板の面積が不足したら、第3実施例での基板面積の拡大処理を行うように構成してもよい。

【0154】(第7実施例) 第7実施例では、実装設計の対象が電源回路等であり、抵抗、コンデンサ等、多くのチップ部品を実装する場合、禁止域のうち、配線済みの接続線によって占められている部分を切り詰めるようにしている。そのため、第7実施例では、図6に示した配置を行うステップS206が、図33に示すように、基板上の禁止域のうち、配線済みの接続線によって占められている箇所の禁止域情報にネット情報を付加するス

テップS3501と、配置対象部品のネット情報（ネットデータA）を参照するステップS3503と、配置対象部品を配置するのに最適な領域であって、禁止域と重合する位置（配置候補位置）を設定するステップS3504と、配置候補位置と重合する禁止域Hが存在するかどうかを判定するステップS3505と、存在する場合、配置候補位置と重合する禁止域Hのうち、配線によって占められるもの（配線禁止域）の有無を判定するステップS3506と、有ると判定されると配線禁止域に付加されたネットデータ（図中のネットデータB）を参照するステップS3507と、参照したネットデータBのうち、ネットデータAと同一ネット名のものの存否を判定するステップS3508と、存在した場合、ネットデータBの配線によって占められる禁止域（禁止域RH）を参照するステップS3509と、禁止域Hから禁止域RHのみを省くステップS3510と、禁止域Hのみを避けた配置対象部品の配置位置を算出するステップS3511とを有し、図6に示したステップS2061、S2062からなる配置処理は、これらのステップS3501～3511の処理を終えた後に行われる。

【0155】＜ネット情報付加＞上記ネット情報付加は、図3（c）に示した禁止域の情報に、ネット名を付加するようにしている。そのため、図33のステップS3501は、図34に示すように基板上の1つの禁止域を取り出し、それが、配線済みの接続線によるものかを判定するステップS3602と、そうならば、その接続線のネット情報を参照するステップS3604と、取り出した禁止域は、配線済みの部品の端子によるものかを判定するステップS3603と、もしそうならば、その端子によって接続する接続線のネット情報を参照するステップS3605と、参照したネット情報を、その禁止域の禁止域情報に付加するステップS3606とからなり、以上のステップを基板上の全ての禁止域に対して繰り返すループ構造になっている。

【0156】上記の付加処理によって、ネット名が付加された禁止域情報の一例を図35に示す。本図において、外形の項目の右隣にネット名が存在するが、上記フローチャートによって、ここにネット名が付加される。本図の一例では、図中の“ID1”の横の並びにネット名“AD1”が存在し、図中の“ID3”の横の並びにネット名“DD1”が存在しており、図中の“ID2”の横の並びにネット名が存在しないが、これらは、ID“1”、“3”が配線による禁止であるから、ネット名が付加されたのに対し、ID“2”が配置による禁止であるから、ネット名が付加されていないことを表している。本情報は、回路設計時あるいは実装設計時に対話編集モードを起動することで入力され、ファイルの形態で記憶装置1に記憶されており、適宜、各種作業用バッファ領域へと読み出されて使用される。

【0157】図36は、配置対象部品が配置されるにあ

たって、その禁止域が切り詰められる様子を示す図である。尚本図は、図5の一例に示したグラフィックスによって基板、部品、接続線、ビアを表している。図中Aにおいて、3710は配線基板の一部を取り出したものである。配線基板上に部品3711から3714までの4部品が配置されており、それぞれ、黒の実線による配線と終端がビアとなる引き出し配線が行なわれている。部品3715は未配置部品であり、部品3711と破線で示す接続がある。本図には基板上の配線禁止データの内、部品3711の端子3721からの箔による禁止域3722があり、ビアによる禁止域3723がある。これは部品3715の破線で囲んだ端子3724と同一のネットを持つ禁止域である。

【0158】この図を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。マイクロプロセッサ6は、基板上の禁止域のうち、配線済みの接続線によって占められている箇所の禁止域情報にネット情報を付加する（ステップS3501）。

【0159】ここで図33のフローチャートから、図34のフローチャートへと移行する。尚、禁止域が無い場合、マイクロプロセッサ6は、配置対象部品の配置を行う。マイクロプロセッサ6は、基板上の1つの禁止域 $k_i$  ( $i=0,1,2,3,4,5,\dots$ )を取り出し、禁止域 $k_i$ が、配線済みの接続線によるものかを判定する（ステップS3602）そうならば、その接続線のネット情報を参照する（ステップS3605）。同様に、取り出した禁止域 $k_i$ は、配線済みの部品の端子によるものかを判定する（ステップS3603）。もしそうならば、その端子によって接続する接続線のネット情報を参照する（ステップS3604）。参照後、参照したネット情報を、その禁止域の禁止域情報に付加する。以上の処理を基板上の全ての禁止域について繰り返し、ネット情報の付加を終える（ステップS3601）。

【0160】付加を終えると、図33のフローチャートへとリターンする。マイクロプロセッサ6は、配置対象部品3715に係るネット情報を参照し（ステップS3503）、また配置対象部品を配置するのに最適な領域（配置候補位置）を設定する（ステップS3504）。配置候補位置と重合する禁止域Hのうち、配線によって占められるもの（配線禁止域）の有無を判定する（ステップS3505、3506）。ここで、図中の配線済みの接続線による禁止域3722、ビアによる禁止域3723が、配線禁止域として判定される。判定後、マイクロプロセッサ6は、その配線禁止域に付加されたネットデータを参照する（ステップS3507）。この場合、3711は抵抗であるから、自身の接続を示す1つのネットデータB37が参照される。次にマイクロプロセッサ6は、配置対象部品についてのネットデータのうち、ネットデータB37と同一ネット名のものの存否を判定

10

20

30

40

50

する(ステップS3508)。ここで、端子3724が、ネットデータB37の接続先端子として指定されているので、マイクロプロセッサ6は、ネットデータB37の配線によって占められる禁止域3722、3723を参照し(ステップS3609)、禁止域Hから禁止域3722、3723のみを省く(ステップS3510)。そして禁止域Hのみを避けた配置対象部品の配置位置を算出し(ステップS3511)、その配置位置に、配置対象部品の配置を行う(図6に示したステップS2061、S2062)。

【0161】以上のように本実施例によれば、禁止域を切り詰めることで、部品の配置を高密度に行え、また、部品間の接続線長を短くすることができる。上記実施例は、第1実施例の構成に付加する形で説明してきたが、本実施例は、その要旨を逸脱しない範囲で変更実施することができる。例えば、第2実施例での障害配線、障害部品の退避を終えた後に、本実施例での処理を行うよう構成したり、本実施例での配線が行えたなら、第4実施例での配線長の短縮を行うように構成してもよい。また、本実施例で基板の面積が不足したら、第3実施例での基板面積の拡大処理を行うように構成してもよい。

【0162】(第8実施例)第8実施例では、配置対象部品の配置位置が配線済みの接続線によって妨げられた場合、障害配線を迂回させることで、あるいは、再配線することで、配置対象部品のための配置位置を確保するようにしている。そのため、第8実施例では、図6のフローチャートのステップS206が、図37あるいは図38に示すサブフローチャートで構成される。

【0163】図37のサブフローチャートは、配線済みの接続線の線上に迂回路を形成することで、配置を行うだけの空き領域を確保するように構成されている。そのため、図37のサブフローチャートは、重心法により配置済みの部品が占める領域外、禁止域外に、配置対象部品の配置位置(最適配置位置)を決めるステップM1と、決定した位置で、部品が配線済みの接続線と重なったかを判定する判定ステップM2と、障害配線に"コ"字状の迂回路を形成し、最適配置位置が占める領域から迂回させるステップM11と、障害配線が、迂回先の部分が配置済みの部品、配線済みの接続線と重なったかを判定するステップM12と、その迂回先の周辺の部品、接続線の位置を少しずつずらし、障害配線のため配線領域を確保するステップM13と、配線領域が確保不可能か否かを判定するステップM14とからなる。

【0164】図14は、迂回路の形成によって配置領域が確保されてゆく様子を表した説明図であり、第2実施例で用いた説明図である。本図において、部品3101が配置対象部品に設定されている。また、図中の破線は、張力であり、これに基づいて、重心法が行われる。図14(a)において接続線3112~3115が障害配線であり、図14(b)において、破線で部品の外形

を描いた領域が、最適配置位置である。

【0165】以降、上記フローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。既に基板上に部品3102~3107が配置され、マイクロプロセッサ6は、配置対象部品に部品3101を選択している。まずマイクロプロセッサ6は、重心法により配置済みの部品が占める領域外、禁止域外に、配置対象部品3101の配置位置を決定し(ステップM1)、決定した位置で、部品が配線済みの接続線と重なったかを判定する(ステップM2)。ここで、図14(a)の参照符号3111に示す部分が配置位置に決定され、接続線3112~3115との重合が判定されると、これらを障害配線と設定する。

【0166】障害配線が設定されたので、図14(b)に示すように、障害配線の最適配置位置と重合する部分に所"コ"字状の迂回路を形成し、最適配置位置が占める領域から迂回させる(ステップM11)。このような処理で、図14(c)に示すように、配置対象部品の配置領域が確保できれば、処理を終了する。退避後、障害配線が、迂回先の部分が配置済みの部品、配線済みの接続線と重なったかを判定する(ステップM12)。もし重合していれば、その迂回先の周辺の部品、接続線の位置を少しずつずらし、障害配線のため配線領域を確保する(ステップM13)。このような処理で、配置領域が確保できれば、配置対象部品3101を最適配置位置3111に配置し、処理を終了する(ステップM14)。

【0167】配置領域が確保不可能であれば(ステップM14)、実装失敗を高解像度ディスプレイ2に表示させる(図6に示したステップS214)。

<図38のサブフローチャートの説明>図38のサブフローチャートは、障害配線を再配線し、最適配置領域に配置対象部品を配置するようにしている。そのため、図38のサブフローチャートは、重心法により配置済みの部品が占める領域外、禁止域外に、配置対象部品の配置位置(最適配置位置)を決めるステップM1と、決定した位置で、部品が配線済みの接続線と重なったかを判定する判定ステップM2と、基板上の空き領域を探索し、障害配線を空き領域に再配線するステップM23と、再配線された接続線が配置済みの部品、配線済みの接続線と重なったかステップM24と、重合すると、その再配線先の周辺の部品、接続線の位置を少しずつずらし、障害配線のため配線領域を確保するステップM25と、このステップM25での処理で、配線領域が確保し得たかを判定するステップM26と、現在の実装面で再配線が行えない場合、当該再配線を引き出し配線で行うステップM27とからなる。

【0168】図39は最適配置領域が確保されてゆく様子を表した図である。本図において、部品3101が配置対象部品に設定されている。また、図中の破線は、張力であり、これに基づいて、重心法が行われる。図39

(a)において接続線3214、3215が、障害配線であり、図39(b)において、破線で部品の外形を描いた領域が、最適配置位置である。

【0169】この図を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。既に基板上に部品3202～3207が配置され、マイクロプロセッサ6は、配置対象部品に部品3201を選択している。先ずマイクロプロセッサ6は、重心法により配置済みの部品が占める領域外、禁止域外に、配置対象部品3201の配置位置を決定し(ステップM1)、決定した位置で、部品が配線済みの接続線と重合したかを判定する(ステップM2)。ここで、図39(a)の参照符号3211に示す部分が配置位置に決定され、接続線3212～3215との重合が判定されると、これらを障害配線と設定する(ステップM2)図39(b)に示すように、配置対象部品3201を配置し、。設定後、基板上の空き領域を探索し、接続線3212～3215の再配線を空き領域上に行う(ステップM23)。

【0170】再配線されると、再配線された接続線が配置済みの部品、配線済みの接続線と重合したかを判定する(ステップM24)。この再配線によって部品、接続線と重合すれば、図39(d)に示すように、その再配線先の周辺の部品、接続線の位置を少しずつずらし、障害配線のため配線領域を確保する(ステップM25)。このような処理で配線領域が確保し得たかを判定し(ステップM26)、配置領域が確保できれば、処理を終了する。

【0171】配置領域が確保不可能であれば、図39(c)に示すように、ビアを形成して、当該再配線を引き出し配線で行う(ステップM27)。この引き出し配線によって、ビアを介しての再配線が可能となる。以上のように本実施例によれば、障害配線を迂回させるので、空き領域が確保できなかった場合の配置不可能に柔軟に対応でき、実装成功となる可能性を高めることができる。換言すれば、障害配線の迂回を試行した後に実装失敗と判断するので、実装失敗の可能性を減らすことができる。

【0172】また、探索された空き領域に再配線を行うので、空き領域が確保できなかった場合の配置不可能に柔軟に対応でき、実装成功となる可能性を高めることができる。換言すれば、障害配線の迂回を試行した後に実装失敗と判断するので、実装失敗の可能性を減らすことができる。上記実施例は、第1実施例の構成に付加する形で説明してきたが、本実施例は、その要旨を逸脱しない範囲で変更実施することができる。本実施例での配線が行えたなら、第4実施例での配線長の短縮を行うように構成してもよい。また、本実施例で基板の面積が不足したら、第3実施例での基板面積の拡大処理を行うように構成してもよい。

【0173】(第9実施例)第9実施例では、図7のフローチャートのステップS407での配線が行えなかった場合、その妨げとなる部品を移動して、配線のための領域を確保するようにしている。そのため、第2実施例では、図6のフローチャートのステップS207が、図40あるいは図41に示すサブフローチャートで構成される。

【0174】<図40のサブフローチャートの説明>図40のサブフローチャートは、配置済みの部品の位置をずらしてゆくことで、配線を行うだけの領域を確保するように構成されている。そのため、図40のサブフローチャートは、配線済みの接続線が占める領域外、禁止域外にメーズ法、あるいは、ラインサーチアルゴリズムによって基板上に配線経路を作成するステップN1と、作成した配線経路が配置済みの部品(障害部品)と重合したかを判定するステップN2と、障害部品を移動させ、配線経路が占める領域から退避させるステップN23と、障害部品が、退避先で配置済みの部品、配線済みの接続線と重合したかを判定するステップN24と、重合した場合、その退避先の周辺の部品、接続線の位置を少しずつずらし、障害部品のため配置領域を確保するステップN25と、配置領域が確保不可能か否かを判定するステップN26とからなる。

【0175】図16は、配置の移動によって配線領域が確保されてゆく様子を表した図である。本図において、部品2702が配置対象部品に設定されている。また、図中の破線は、ステップN1で生成された配線経路である。図16(a)において網掛けが付された部品が、ステップN2で判定される障害部品2701であり、図16(b)において、網掛けが付された領域2712が、ステップN1で決定された配線経路が占める領域である。

【0176】この図を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。マイクロプロセッサ6は、部品2701、2704～2708を、基板上に既に配置しており、また、配置対象部品2702を既に図16(a)に示すように配置している。ここでマイクロプロセッサ6は、配線済みの接続線が占める領域外、禁止域外にメーズ法、あるいは、ラインサーチアルゴリズムによって基板上に配線経路2711を作成し(ステップN1)、作成した配線経路が配置済みの部品を重合したかを判定する(ステップN2)。

【0177】この判定によって障害部品2701が判定される(ステップN2)。部品が障害となっているので、マイクロプロセッサ6は、障害部品2701を移動させ、最適配線経路が占める領域から退避させる(ステップN23)。退避後、障害部品が、退避先で配置済みの部品、配線済みの接続線と重合したかを判定する(ステップN24)。もし重合していなければ処理を終了す



る。

【0178】もし重合すれば、図17中の矢印に示すように、その退避先の周辺の部品、接続線の位置を少しずつずらし、障害部品のため配置領域を確保する(ステップN25)。このような処理で、配置領域が確保できれば(ステップN26)、処理を終了する。確保不可能であれば、実装失敗を高解像度ディスプレイ2に表示させる(図6に示したステップS214)。

【0179】<図41のサブフローチャートの説明>図41のサブフローチャートは、配線を行うだけの領域を確保するため、障害部品を再配置するように構成されている。そのため、図41のサブフローチャートは、配線済みの接続線が占める領域外、禁止域外にメーズ法、あるいは、ラインサーチアルゴリズムによって基板上に配線経路を作成するステップN1と、作成した配線経路が配置済みの部品(障害部品)と重合したかを判定するステップN2と、障害部品と、それに接続されている接続線の退避先となる基板上の空き領域を探索するステップN13と、障害部品が、退避先で配置済みの部品、配線済みの接続線と重合したかを判定するステップN14と、重合した場合、その退避先の周辺の部品、接続線の位置を少しずつずらし、障害部品のため配置領域を確保するステップN15と、配置領域が確保不可能か否かを判定するステップN16とからなる。

【0180】図42は、図41のフローチャートによる再配置、再配線によって配線領域が確保されてゆく様子を表した図である。本図において、部品2802が配置対象部品に設定されている。また、図中の破線は、ステップN1で生成された最適な配線経路2811である。図42(a)において網掛けが付された部品がステップN2で判定される障害部品2801である。この障害部品2801は、図42(a)では、基板上に位置しているが、図42(b)では、基板外に追いやられ、図42(c)で、再び基板上に戻っているが、これは、障害部品2801が一旦基板から剥ぎとられ、その配置位置を探し出すための探索がステップN13によって行われ、その探索によって、障害部品2801の再配置位置が決定されたことを示している。

【0181】この図を参照しながら、設計情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。マイクロプロセッサ6は、部品2801、2803~2708を、基板上に既に配置しており、また、配置対象部品2802を既に図42(a)に示すように配置している。ここでマイクロプロセッサ6は、配線済みの接続線が占める領域外、禁止域外にメーズ法、あるいは、ラインサーチアルゴリズムによって基板上に配線経路2811を作成し(図41のフローチャートのステップN1)、作成した配線経路が配置済みの部品を重合したかを判定する(ステップN2)。

【0182】重合が判定されたので、マイクロプロセッサ6は、障害部品2801及び障害部品2801に接続されている接続線の退避先となる基板上の空き領域を探索する(ステップN13)。探索後、探索された領域では、配置済みの部品、配線済みの接続線と重合してしまうかを判定する(ステップN14)。重合すれば、探索された領域の周辺の部品、接続線の位置を少しずつずらし、障害部品のため配置領域を確保する(ステップN15)。このような処理で、配置領域が確保できれば(ステップN16)、処理を終了する。

【0183】尚、配置領域が確保不可能であれば(ステップN16)、実装失敗を高解像度ディスプレイ2に表示させる(図6に示したステップS214)。以上のように本実施例によれば、障害部品が退避可能かを判定し、可能な場合は当該部品を退避させるので、空き領域が確保できなかった場合の配線不可能に柔軟に対応でき、実装成功となる可能性を高めることができる。換言すれば、障害部品の退避を試行した後に実装失敗と判断するので、実装失敗の可能性を減らすことができる。

【0184】上記実施例は、第1実施例の構成に付加する形で説明してきたが、本実施例は、その要旨を逸脱しない範囲で変更実施することができる。また第4実施例での配線長の短縮を行うように構成してもよい。また、本実施例で基板の面積が不足したら、第3実施例での基板面積の拡大処理を行うように構成してもよい。

(第10実施例)第10実施例では、配置対象部品に選択された部品が、回路図上においてどの機能ブロックに属しているかを判定し、もし、その配置対象部品及び配置対象部品と接続している接続線が機能ブロックからはみ出した場合、その機能ブロックに割り当てられている基板上の領域を拡大するようにしているまた、拡大後、その拡大された機能ブロックの配置及び配線のみを行うようにしている。そのため、第10実施例では、図6に示したステップS206~S208の1連のステップが、図43に示すステップT1~T6の1連のステップに置き換えられる。

【0185】第10実施例の本プリント基板CAD装置のメインフローは、図43に示すように、図6に示したステップS205あるいはS208での配置対象部品の設定を終えた後、配置対象部品がどの機能ブロックに含まれるかを判定するステップT1と、判定された機能ブロックに割り当てられた領域に、配置対象部品を配置するステップT2と、配置できたか否かを判定するステップT3と、判定された機能ブロック内に、配置された部品と、それ以前に配置済みの部品のうち、設計対象であるものとの配線を行うステップT4と、配線できたか否かを判定するステップT5と、配置対象部品が含まれる機能ブロックに割り当てられた領域を拡大するステップT6とを有し、これを全ての部品について繰り返すループ構造になっている。



【0186】尚、配置対象部品がどの機能ブロックに含まれるか、また、各機能ブロックには、基板上のどの領域が割り当てられているかは、図44(b)に一例を示す機能ブロック情報に示されている。機能ブロックに対して、図44の説明図を参照しながら説明を行う。機能ブロック情報は、図44(b)に示すように、機能ブロック名と(図中の機能ブロック1、機能ブロック2、機能ブロック3・・・)、回路図上でその機能ブロックに含まれる部品の部品番号と(図中のIC11、IC12、IC13、IC14)と、各機能ブロックが、基板上のどの領域を割り当てられているかを示す割当情報と(図中の(0、0)、(0、40)、(70、40)(70、40)・・・)からなる。

【0187】この図44の一例では、機能ブロック1の横の並びは、「回路図において左上段に位置する機能ブロック1は、IC11、IC12、IC13、IC14から構成され、その機能ブロック1は、基板上の(0、0)、(0、40)、(70、40)(70、40)からなる左上段の領域が割り当てられている」といった内容を示し、機能ブロック2の横の並びは、「回路図において左下段に位置する機能ブロック2は、IC21、IC22、IC23、IC24から構成され、その機能ブロック2は、基板上の(70、0)、(140、40)、(70、40)(140、40)からなる右上段の領域が割り当てられている」といった内容を示している。

【0188】本情報は、回路設計時あるいは実装設計時に対話編集モードを起動することで入力され、ファイルの形態で記憶装置1に記憶されており、適宜、各種作業用バッファ領域へと読み出されて使用される。以降、これらの図を参照しながら、上記機能ブロック情報及びフローチャートによる処理によって、基板の実装が行われてゆく過程を具体的に説明する。

【0189】第10実施例の本プリント基板CAD装置のメインフローは、図44に示すように、図6に示したステップS205あるいはS208での配置対象部品の設定を終えた後、マイクロプロセッサ6は、配置対象部品がどの機能ブロックに含まれるかを判定し(図43のフローチャートのステップT1)、判定された機能ブロックに割り当てられた領域に、配置対象部品を配置する(ステップT2)、配置できたか否かを判定する(ステップT3)。拡大後、IC11、IC12、IC13が順序配置され、機能ブロック1の最後の部品、IC14が配置されようとしている。そのため、マイクロプロセッサ6は、IC14がどの機能ブロックに含まれるかを判定し、機能ブロック1を判定する。判定後、この機能ブロック1に割り当てられた基板上の(0、0)、(0、40)、(70、40)(70、40)からなる左上段の領域に部品IC14を配置し、この部品IC14の配線を行おうとする。マイクロプロセッサ6は、配

置された部品と、それ以前に配置済みの部品のうち、設計対象であるものとの配線を機能ブロック1内に行い(ステップT4)、配線できたか否かを判定する(ステップT5)。配線できたので、次の部品を配置対象部品に設定する。

【0190】以上の処理を繰り返すことで、機能ブロック1~4に対しての配置、配線を終え、最後のブロック、機能ブロック5のIC51、IC52、IC53の配置、配線を終えたものとする。機能ブロック5の最後の部品、IC54が配置されようとしている。そのため、マイクロプロセッサ6は、IC54がどの機能ブロックに含まれるかを判定し、機能ブロック5を判定する。判定後、この機能ブロック5に割り当てられた基板上の(0、80)、(0、120)、(70、80)(70、120)からなる左下段の領域に部品IC54を配置する。配置後、マイクロプロセッサ6は、この部品IC54の配線を行おうとしている。マイクロプロセッサ6は、機能ブロック5内に、配置された部品と、それ以前に配置済みの部品のうち、設計対象であるものとの配線を行うが(ステップT4)、この機能ブロック5に割り当てられた領域から、機能ブロック5についての接続線がはみでたとする。この場合、マイクロプロセッサ6は、配置対象部品が含まれる機能ブロックに割り当てられた領域を、図43の(c)のk100に示すように拡大し、この機能ブロック5から、部品配置、及び接続線の配線をやり直す。

【0191】以上のように、本実施例によれば、機能ブロック単位で部品の配置、接続線の配線を行うため、たとえ配置できない部品や、配線できない接続線が生じて、実装のやり直し、その機能ブロックのみのやり直しで済み、実装設計の設計効率を大きく向上することができる。上記実施例は、第1実施例の構成に付加する形で説明してきたが、本実施例は、その要旨を逸脱しない範囲で変更実施することができる。例えば、第2実施例での障害配線、障害部品の退避を終えた後に、本実施例での処理を行うよう構成したり、本実施例での配線が行えたなら、第4実施例での配線長の短縮を行うように構成してもよい。

【0192】(第11実施例)第11実施例では、実装設計を行うにあたって、基板の辺を、筐体へと収納するため固定しておく辺(固定辺)と、基板面積の拡張のため、その長さを変更できる辺(可動辺)とに分類しておき、基板から部品、接続線がはみ出したら、そのはみ出し分だけ、可動辺を拡大するようにしている。

【0193】第11実施例のプリント基板CAD装置のメインフローは、図45に示すように、図6に示したステップS205あるいはS208での配置対象部品の設定を終えた後、基板上の固定辺がなす領域内に、配置対象部品を配置するステップV1と、配置された部品と、それ以前に配置済みの部品のうち、設計対象であるもの

との配線を行うステップV2とを、全ての部品について繰り返すループ構造になっており、部品の配置、各部品が有する端子間の配線を終えた後、配置対象部品の配置位置、当該部品に接続されている接続線が可動辺からはみ出したかを判定するステップV3と、基板内に収まっている部分から、はみ出している部分に向けて探索を行い、基板外枠がどれだけ不足していたかを算出するステップV4と、不足分だけ、可動辺を拡大するステップV5とを有している。

【0194】どの辺を固定辺、可動辺にするかは、回路設計時あるいは実装設計時に対話編集モードを起動することによって設定され、ファイルの形態で記憶装置1に記憶されており、適宜、各種作業用バッファ領域へと読み出されて使用される。図46は、この応用例を説明するための説明図である。図中(1)は、配置配線が終了した図を示している。

【0195】ここで、基板の外枠をなしている辺のうち、辺4001、4002が可動辺に設定され、部品、接続線のはみ出しが許されている。マイクロプロセッサ6は、基板上の固定辺がなす領域内に、配置対象部品を配置し(ステップV1)、配置された部品と、それ以前に配置済みの部品のうち、設計対象であるものとの配線を行う(ステップV2)。以上の処理を全ての部品について行い、部品の配置、各部品が有する端子間の配線を終えた後、部品の配置位置、当該部品に接続されている接続線が可動辺からはみ出したかを判定する(ステップV3)。この場合、部品4003、4004がはみ出しているため、基板内に収まっている部分から、はみ出している部分に向けて探索を行い、基板外枠がどれだけ不足していたか(これは不足距離LW1、LW2で与えられる。)を算出する。基板内に収まっている部分から、はみ出している部分に向けて探索を行い、基板外枠がどれだけ不足していたかを算出する(ステップV4)、マイクロプロセッサ6は、辺4001と部品4003の設計情報との距離LW1を辺4001の拡大距離とし、辺4001、4002と部品4004の設計情報との距離LW2を基板外形4002の拡大距離とする。拡大距離を算出した後、図中(2)のように基板外形を拡大する(ステップV5)。

【0196】以上のように本実施例では、変更可能な辺を設定して、もし、部品、接続線がはみでたら設計後に基板外形を拡大を行なうため、最適な基板サイズを求めることができる。上記実施例は、第1実施例の構成に付加する形で説明してきたが、本実施例は、その要旨を逸脱しない範囲で変更実施することができる。例えば、第2実施例での障害配線、障害部品の退避を終えた後に、本実施例での処理を行うよう構成したり、本実施例での配線が行えたなら、第4実施例での配線長の短縮を行うように構成してもよい。

【0197】

【発明の効果】以上説明してきたように、請求項1の発明に係るプリント基板CAD装置によれば、部品の配置位置の決定と、接続線の配線経路の作成を交互に行うため、基板上のレイアウトが、部分的に確実になってゆき、そのため、設定された大きさで、基板から部品、接続線があふれても、基板から一部の部品、接続線を除去して配置、配線をやり直すことで最適レイアウトを探究することができる。

【0198】従って、始めから配置、配線を行うといった無駄がなくなり、実装設計が大きく効率化される。また回路図上の重要なもののみに自動配置を行い、残余のものを対話編集にて配置、配線することで、めりはりのあるレイアウトが作成でき、基板の電気的特性を良くすることができる。また請求項1の発明に係るプリント基板CAD装置によれば、部品の大きさを予め大きめに設定しなくてもよいので、この設定分の余白を切り詰めることができ、高密度化を図ることができる。

【0199】更に、対話編集等を用いたレイアウトの修正が少なくなるため、設計効率が大きく向上する。また、請求項2記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、接続線の退避によって実装成功となる可能性を高めることができ、実装設計をより高効率にすることができる。

【0200】また、請求項3記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、障害配線が空き領域に隣接している場合、その空き領域を通るように、配線経路を変更するので、その周辺に位置する空き領域を柔軟に利用することができ、実装成功となる可能性を高めることができる。従って、実装設計をより高効率にすることができる。

【0201】また、請求項4記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、多くの部品が配置され、第1の移動手段によってその周辺の部品を僅かずつ移動することで空き経路を確保しようとするため多くの接続線が配線されて、基板上の空き経路が極めて少なくなった状態でも最後まで空き経路の確保が試みられることになる。またその移動によって空けられた領域を通るように、算出された領域中の障害配線の配線経路が変更されるので、より高密度なレイアウトが作成されることになる。

【0202】また、請求項5記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、取出手段によって取り出されたネット情報に示された端子間を結ぶ配線経路が経路形成手段によって、基板上の配線経路決定済みの接続線で占められる領域外及び禁止域外に形成されるので、最適な配線経路を形成してゆくことができる。

【0203】また、請求項6記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、第2の退避手段によって当該配線経路から、障害部品の配置位置及び

その障害部品と接続している接続線の配線経路が退避させられるので、部品配置、接続線の配線が進み、空き領域が少ない場合に柔軟に対応でき、実装成功となる可能性を高めることができる。換言すれば、障害部品の退避を試行した後に実装失敗と判断するので、実装失敗の可能性を減らすことができる。従って、実装設計を大きく効率化することができる。

【0204】また、請求項7記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、第2の変更手段によって障害部品の配置位置がその空き領域内に変更され、その障害部品と接続している接続線の配線経路が、退避先に決定された空き領域を通るように変更されるので、障害部品の周辺に位置する空き領域を柔軟に利用することができ、実装成功となる可能性を高めることができる。従って、実装設計をより高密度にすることができる。

【0205】また、請求項8記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、多くの部品が配置され、第2の移動手段によってその周辺の部品を僅かずつ移動することで空き経路を確保しようとするため、多くの接続線が配線されて、基板上の空き経路が極めて少なくなった状態でも、最後まで空き経路の確保が試みられることになる。またその移動によって空けられた領域を通るように、算出された領域中の障害部品の配置位置が変更されるので、より高密度なレイアウトが作成されることになる。

【0206】また、請求項9記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、クリティカルバスが判定されると、位置寄せ手段によって、当該部品の配置位置が、判定されたクリティカルバスが介して接続されている部品側に寄せられ、クリティカルバスの長さが切り詰められるので、配線中のインダクタンス成分が信号の周波数及び経路長に比例して増大することで生じる位相遅延を低減することができる。

【0207】またクリティカルバスである映像信号の接続線長が切り詰められることで、映像信号は基板上の部品のノイズを受けにくくなる。更にクリティカルバスであるクロック信号の接続線長が切り詰められることで、基板上の部品に与えるノイズを最も小さくすることができる。また、請求項10記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、経路形成手段によって、当該折れ線の端点と節目との間隔、節目と節目との間隔が等縮することでクリティカルバスの長さが切り詰められるので、直前の配線を継承することができ、メーズ法、ラインサーチ法等の配線アルゴリズムの実行時間を極めて短くすることができる。

【0208】また、請求項11記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、バスと判定されると、当該部品の配置位置が、位置寄せ手段によって、判定されたバス群が介して接続されている部品側に

寄せられ、バス群の長さが切り詰められるので、配線に要する箔長を少なくすることができ、配線中のインダクタンス成分が信号の周波数及び経路長に比例して増大することで生じる位相遅延を低減することができる。

【0209】また、請求項12記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、当該折れ線の端点と節目との間隔、節目と節目との間隔の長さが等縮され、バス群の長さが切り詰められるので、直前の配線を継承することができ、メーズ法、ラインサーチ法等の配線アルゴリズムの実行時間を極めて短くすることができる。

【0210】また、請求項13記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、比率算出手段によって算出された比率に基づいて、拡大幅算出手段によって、面積SPと面積SRとの合計値分だけ基板の面積が拡大する基板の拡大幅が算出され、配置できなかった部品によってその部品の後順の部品群の配置位置の決定を行うよう、再配置制御手段は、配置位置決定手段を制御するので、たとえ、部品の配置位置が基板上に決定できなくても、実装設計のやり直しが、その部品からのやり直しになり、従来の仮実装の繰り返しに比べて、作業効率が大きく向上する。

【0211】また、請求項14記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、配線が行えなかった場合、拡大幅算出手段によって算出された拡大幅だけ、拡大された基板に対して配置位置の決定を行うよう配置位置決定手段が制御されるので、たとえ、接続線の配線経路が基板上に決定できなくても、実装設計のやり直しが、その部品からのやり直しで済み、従来から行われてきた仮実装の繰り返しに比べて、作業効率が大きく向上する。

【0212】また、請求項15記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、機能ブロックに割り当てられた領域内に配置位置を決定し、配線経路決定手段は、その部品が含まれる機能ブロックに割り当てられた領域内に、配線経路を決定するので、基板レイアウトが機能ブロック毎に確実になってゆき、作業効率を大きく向上できる。

【0213】また、請求項16記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、配置位置決定手段が部品の配置位置が決定できなかった場合、その部品が属していた機能ブロックに割り当てられた領域が領域拡大手段によって拡大され、拡大後の基板に対して、配置処理が行われるので、たとえ配置できない部品や、配線できない接続線が生じても、実装のやり直しが、その機能ブロックのみのやり直しで済み、実装設計の設計効率を大きく向上することができる。

【0214】また、請求項17記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、配置位置が決定された部品によって占められる領域の枠組みのみか

らなる基板外形上に部品群の配置位置の決定が行われるので、最も高密度になる基板面積を算出でき、基板レイアウトの高密度化を図ることができる。

【0215】また、請求項18記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、引き出し手段によって、当該部品が有する端子のうち、更に後順の部品が有する端子と接続する端子から、所定長の接続線が引き出されるので、後順の部品のために引き出し配線によって配置位置を確保するので、自身と接続とある部品の配置位置が、他の部品によって占有されてしまうことを防止できる。

【0216】また、請求項19記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、配置順序が次順の部品が有する端子と、それ以前に配置済みの部品が有する端子とを含むネット情報が占有端子記憶手段に記憶されているかが判定され、判定されたネット情報に含まれる一対の端子が重合が許すよう次順の部品が配置位置が決定されるので、電源回路等、抵抗、コンデンサのチップ部品が密集した部分の実装設計を高密度に行え、また、部品間の接続線長を短くすることができる。

【0217】また、請求項20記載のプリント基板CAD装置によれば、請求項1の効果に加えて、配線済みの接続線と重合した場合、第1の退避手段によって、当該接続線である障害配線の配線経路が当該配置位置から退避させられ、配線経路が配置位置決定済みの部品と重合した場合、第2の退避手段によって、当該配線経路から、当該部品である障害部品の配置位置及びその障害部品と接続している接続線の配線経路が退避させられるので、基板レイアウトが柔軟に作成されてゆき、実装設計を高密度に行うことができる。

【0218】また、請求項21記載のプリント基板CAD装置によれば、部品及び接続線が基板からはみ出したら、辺拡大手段によって拡大可能な辺が拡大されてはみ出した分の面積が補われ、基板の面積が補われた基板上に、配置位置決定手段は、部品群の配置位置の決定が行うので、実装設計の一度のやり直しで、最適レイアウトを得ることができる。

【0219】この請求項21は、特に基板の辺が、筐体へと収納するため固定しておく辺（固定辺）と、基板面積の拡張のため、その長さを変更できる辺（可動辺）とに分類されている場合に、特に効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例の設計システムのハードウェア構成を示す図である。

【図2】設計情報の一例を示す図である。

【図3】設計情報の一例を示す図である。

【図4】グループ化された部品の一例を示す図である。

【図5】高解像度ディスプレイ2の表示例を示す図である。

【図6】実施例1に係る実装設計アプリケーションプロ

グラムメインフローチャートである。

【図7】図6のフローチャートのステップS207のサブフローチャートである。

【図8】設計方法に全配線が設定された場合の実装の様子を表している。

【図9】配置対象部品にグループが設定された場合の説明図である。

【図10】設計方法に途中配線が設定された場合の実装の様子を表した説明図である。

10 【図11】設計方法に引き出し配線が設定された場合の実装の様子を表した説明図である。

【図12】第2実施例に係る図6のステップS206のサブフローチャートである。

【図13】第2実施例に係る図7のステップS406のサブフローチャートである。

【図14】図12のフローチャートによって配置領域が確保されてゆく様子を表した図である。

20 【図15】図12のフローチャートによって、障害配線のための退避領域が確保されてゆく様子を表した図である。

【図16】図12のフローチャートによって配線領域が確保されてゆく様子を表した図である。

【図17】図12のフローチャートによって、障害部品のための退避領域が確保されてゆく様子を表した図である。

【図18】実装設計をやり直す際、基板の大きさをどれだけにすればよいかを算出するフローチャートである。

【図19】基板の拡大、縮小を算出する様子を示した説明図である。

30 【図20】第4実施例に係る図7のステップS406のサブフローチャートである。

【図21】第4実施例で用いる設計情報の一例を示した図である。

【図22】移動目標点算出処理のサブフローチャートである。

【図23】移動量算出処理のサブフローチャートである。

【図24】配置対象部品が目標点に徐々に近づく様子を表した説明図である。

40 【図25】第5実施例に係る図7のステップS406のサブフローチャートである。

【図26】配線手順情報の一例を示す図である。

【図27】図25のステップS2501のサブフローチャートである。

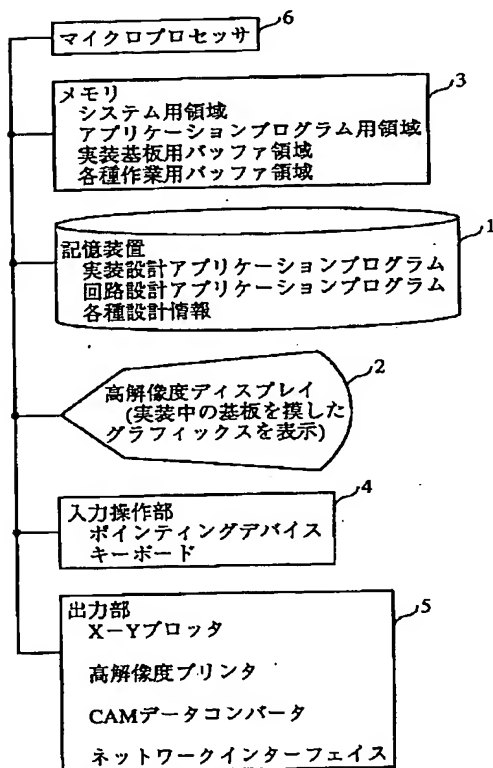
【図28】上記配線ボタン情報の再利用が行われる様子を示した説明図である。

【図29】第6実施例に係る図7のステップS406のサブフローチャートである。

50 【図30】第6実施例に係る図6のステップS206のサブフローチャートである。

【図 31】引き出し情報の一例を示す図である。  
 【図 32】第 6 実施例に係る配置領域の確保が行われる様子を示した説明図である。  
 【図 33】第 7 実施例に係る図 6 のステップ S 206 のサブフローチャートである。  
 【図 34】第 7 実施例に係る図 33 のステップ S 3501 のサブフローチャートである。  
 【図 35】第 7 実施例において、ネット名が付加された禁止域情報の一例を示す図である。  
 【図 36】配置対象部品が配置されるにあたって、その禁止域が切り詰められる様子を示す説明図である。  
 【図 37】第 8 実施例に係る図 6 のステップ S 206 のサブフローチャートである。  
 【図 38】第 8 実施例に係る図 6 のステップ S 206 のサブフローチャートである。  
 【図 39】再配線によって最適配置領域が確保されてゆく様子を表した図である。  
 【図 40】第 9 実施例に係る図 7 のステップ S 406 のサブフローチャートである。  
 【図 41】第 9 実施例に係る図 7 のステップ S 406 のサブフローチャートである。  
 【図 42】配置位置の再探索によって配置領域が確保されてゆく様子を表した説明図である。

【図 1】



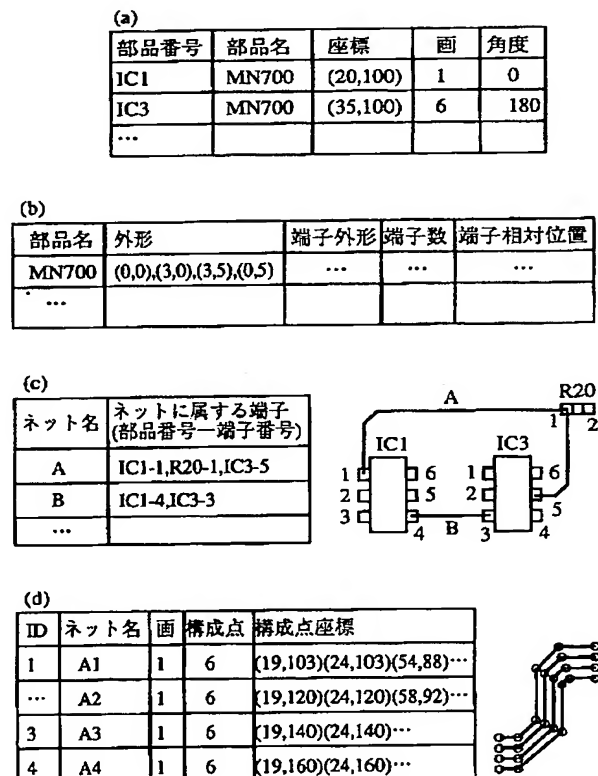
\* 【図 43】第 10 実施例において、図 6 に追加されるステップを示した図である。  
 【図 44】機能ブロック情報の一例を示した図である  
 【図 45】第 11 実施例において、図 6 に追加されるステップを示した図である。  
 【図 46】可動辺が拡大されてゆく様子を表した説明図である。  
 【図 47】メース法の処理過程を説明する説明するための説明図である。  
 【図 48】ラインサーチアルゴリズムの処理過程を説明するための説明図である。  
 【図 49】従来のプリント基板 CAD 装置の処理過程を示した図である。

## 【符号の説明】

- 1 記憶装置
- 2 高解像度ディスプレイ
- 3 メモリ
- 4 入力操作部
- 5 出力部
- 6 マイクロプロセッサ
- S 206 配置位置決定ステップ
- S 207 配線経路決定ステップ

\*

【図 2】



【図3】

(a) 設計対象部品情報		(b) 設計方法情報	
部品番号		ネット名	配線方法
IC1		TN1	引き出し配線
IC2		TN2	引き出し配線
IC100		AD1	全配線
IC200		AD2	全配線
....		....	....

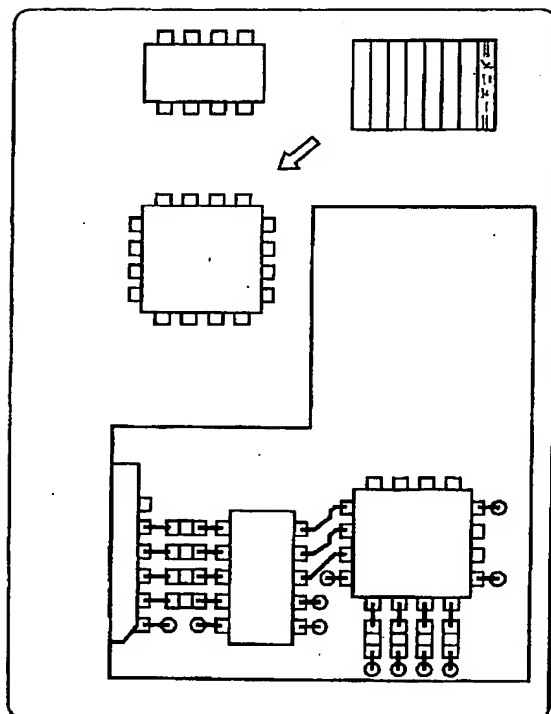
(c)

ID	禁止種類	禁止起因	面	外形
1	配線禁止	箔による禁止	1	(5,10),(8,10),(8,15),(5,15)
2	配線禁止	部品による禁止	1	...
3	配線禁止	箔による禁止	1	(5,15),(8,15),(8,20),(5,20)

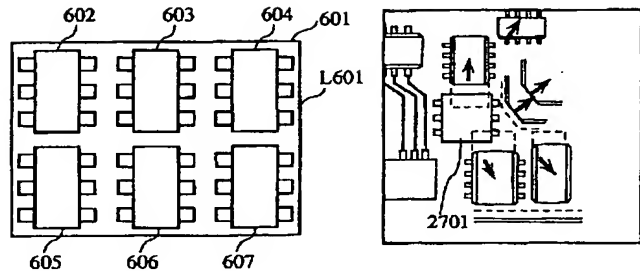
(d)

項目	数値
配線箔巾	0.2
配線箔最小間隔	0.15
箔端子パッド最小間隔	0.3
....	

【図5】

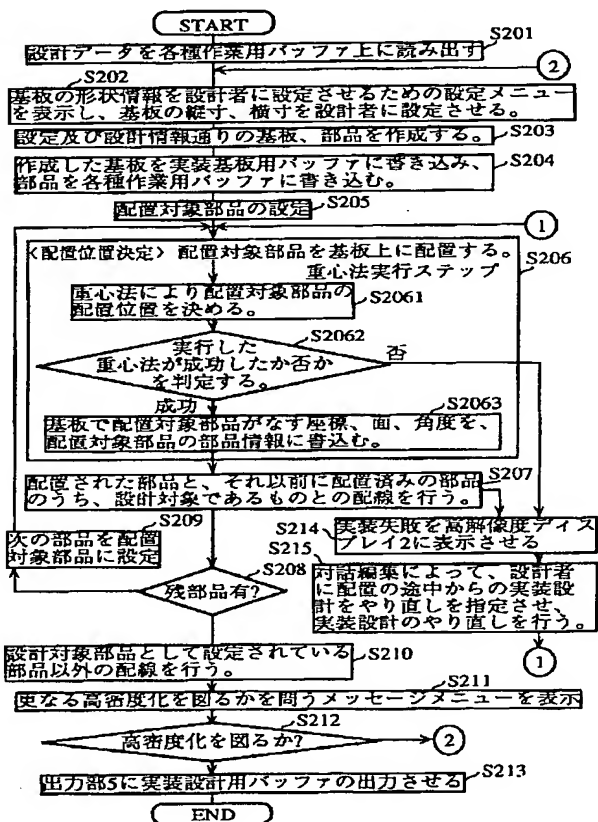


【図4】



【図17】

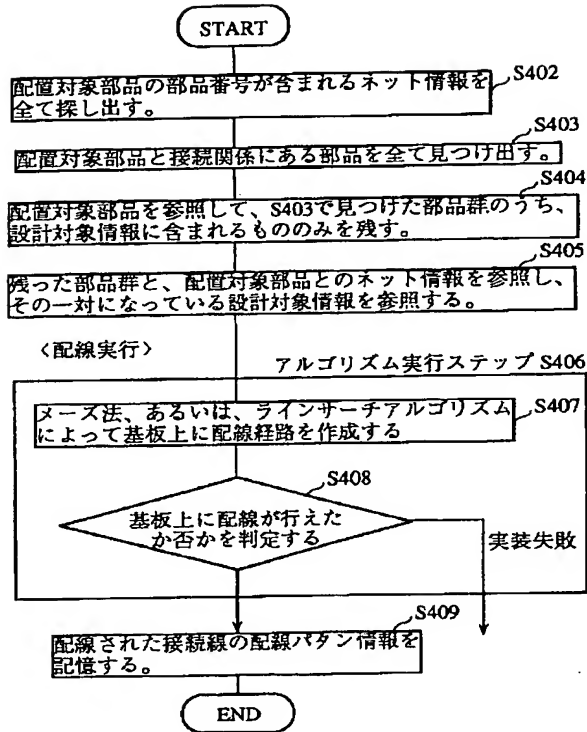
【図6】



【図21】

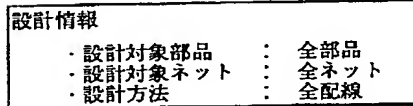
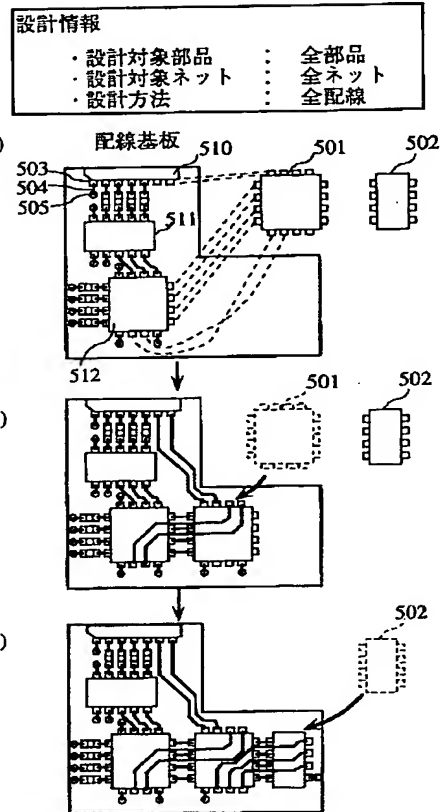
ネット名	ネットに属する端子	クリティカルパス (大電流、高周波等)	データアドレスバス
A	IC1-1、IC3-5	×	○
B	IC5-5、IC6-7	×	×
C	IC7-1、IC10-5	○	×

【図 7】

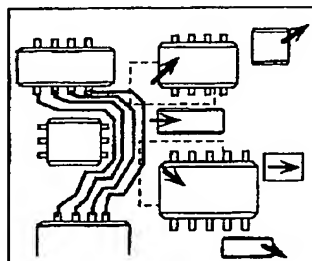


【図 9】

【図 8】



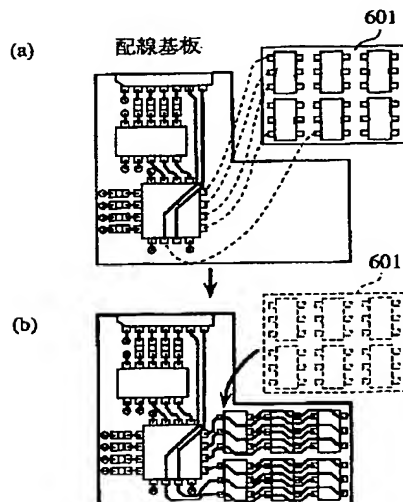
【図 15】



【図 31】

引き出し配線のための情報

ネット名	引き出し方向	最大最小距離
A	右(上下左右)	0.3~0.5

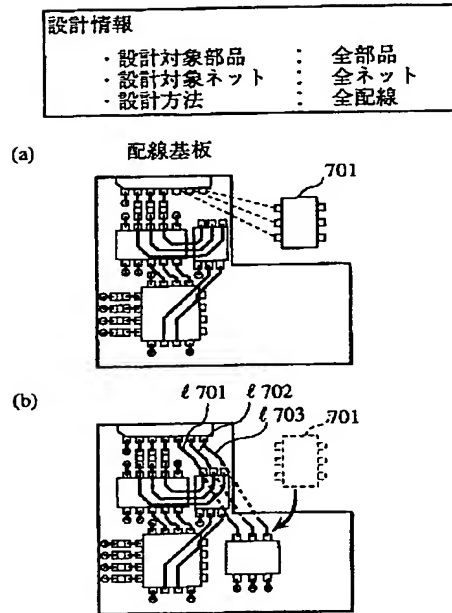


【図 26】

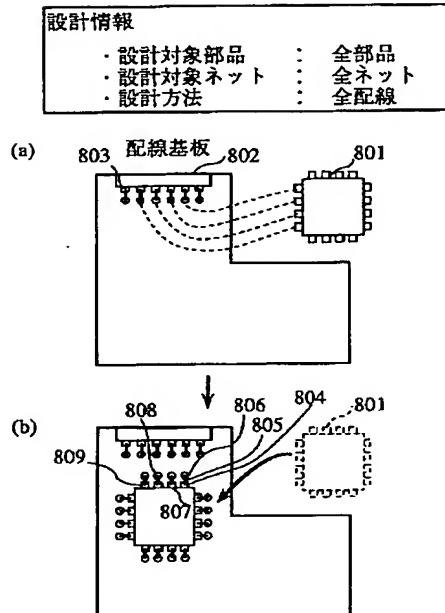
グループ名	グループのメンバーのネット名	パターン形状
Gr1	A1, A2, A3	L字状
Gr2	B1, B2, B3	水平線状
Gr3	A1, A2, A3	直線状



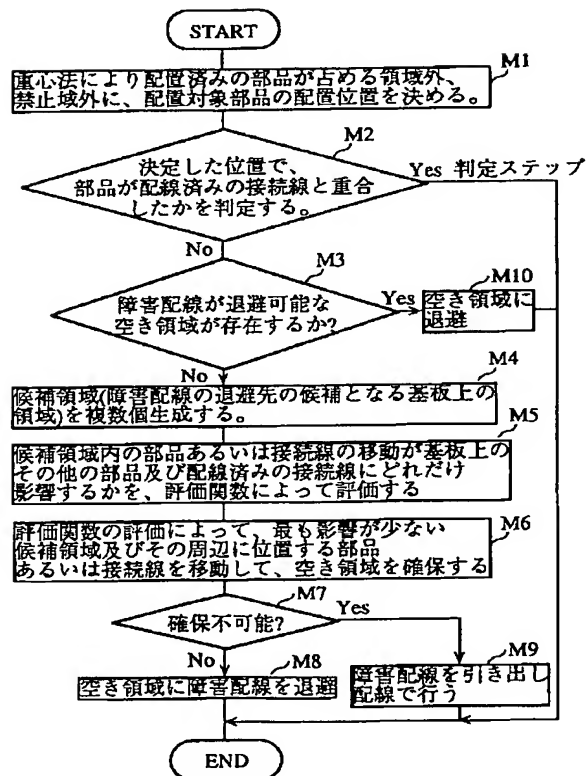
【図10】



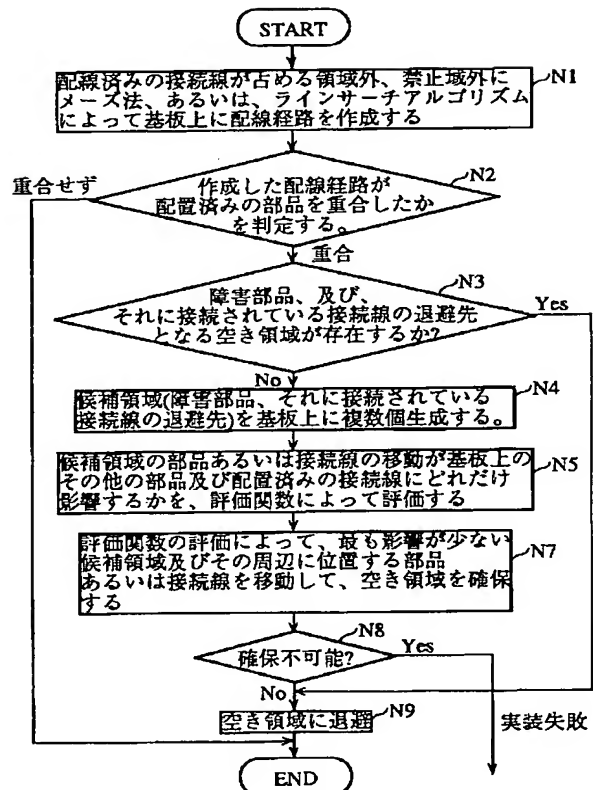
【図11】



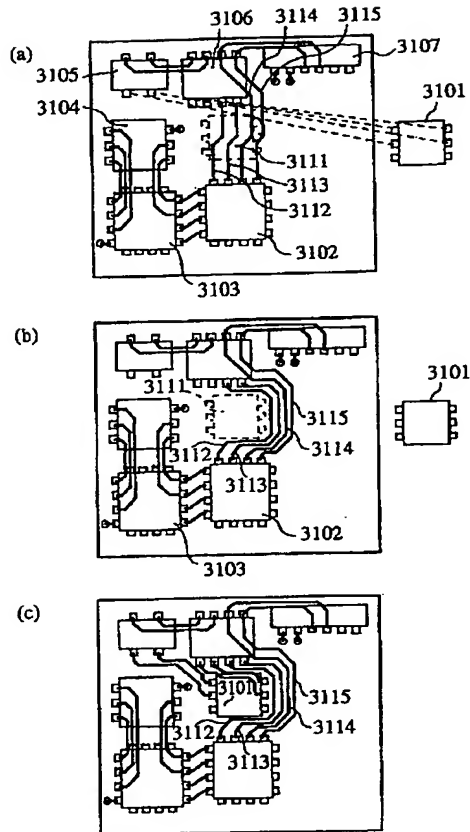
【図12】



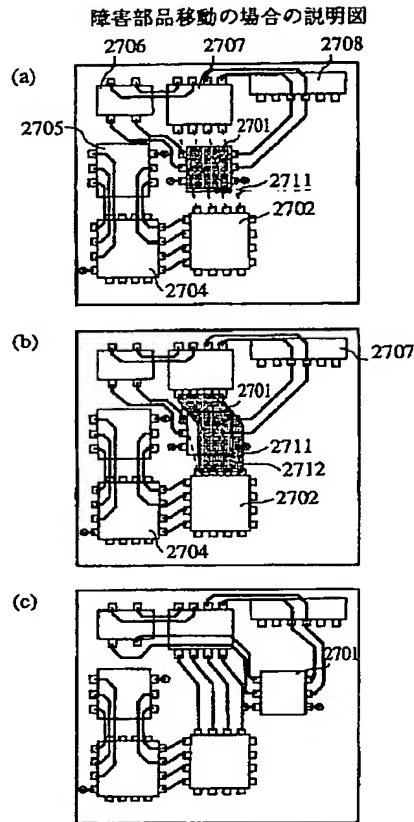
【図13】



【図 14】

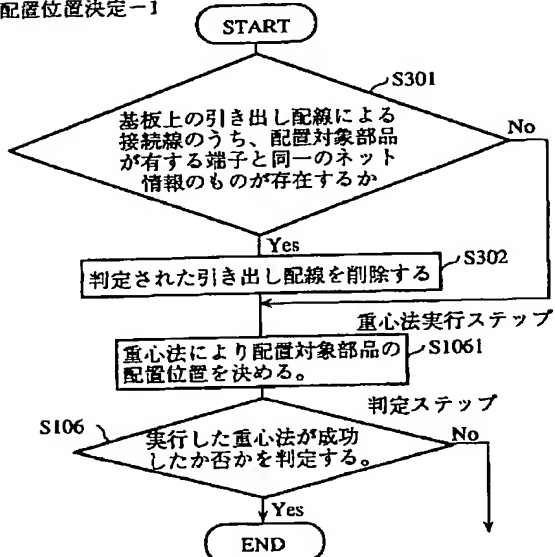


【図 16】



【図 30】

配置位置決定-1

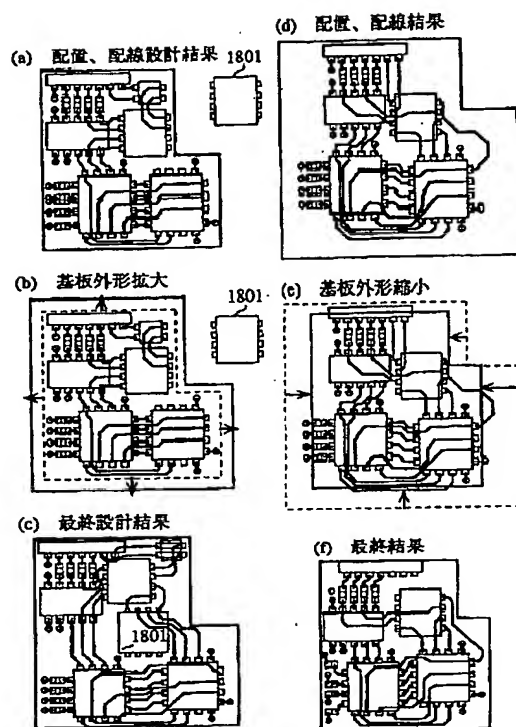


【図 35】

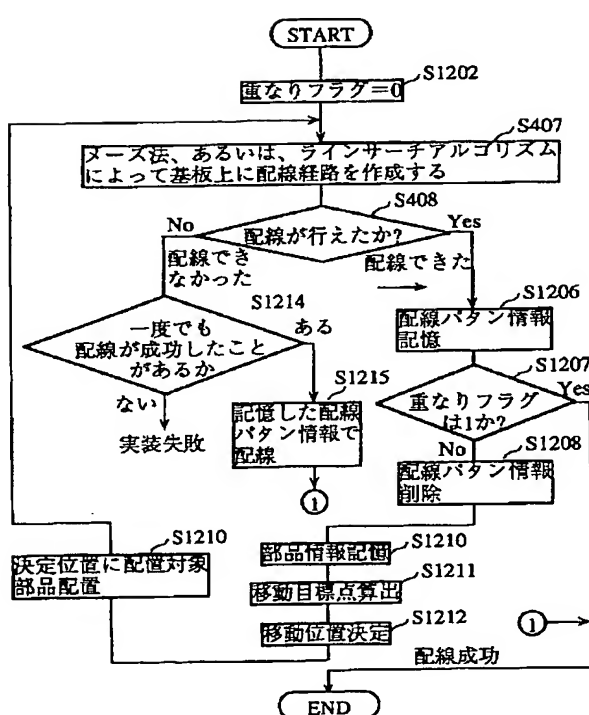
ネット情報を付加した禁止域情報を説明する図

ID	禁止種類	禁止起因	面	外形	ネット名
1	配線禁止	箔による禁止	1	(5,10),(8,10),(8,15),(5,15)	AD1
2	配線禁止	部品による禁止	1	---	ネットデータ無し
3	配線禁止	箔による禁止	1	(5,15),(8,15),(8,20),(5,20)	DD1

【圖 19】

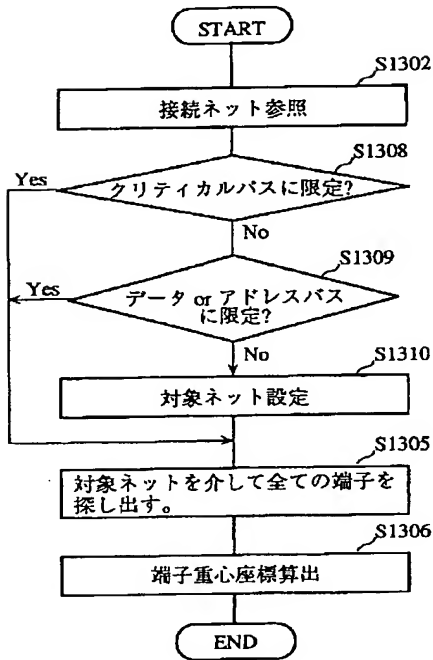


【圖20】



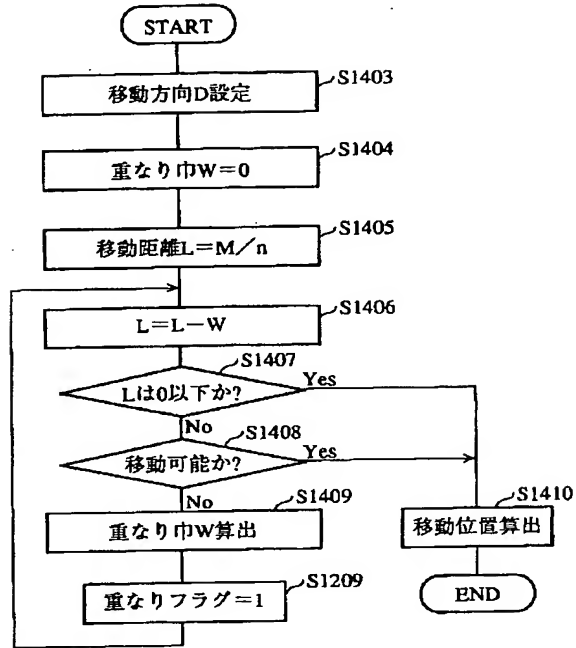
【図22】

移動目標点算出処理のサブフローチャート



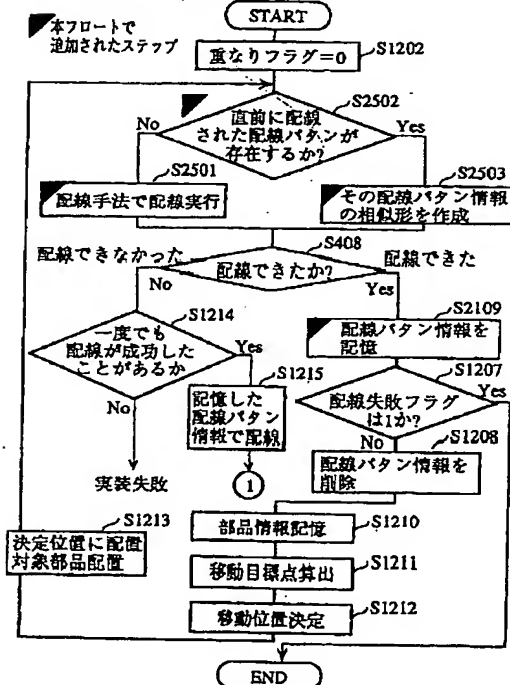
【図23】

移動情報算出のためのサブフローチャート



【図25】

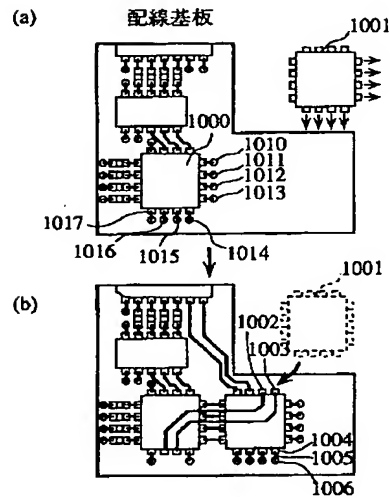
実施例5のフロー図



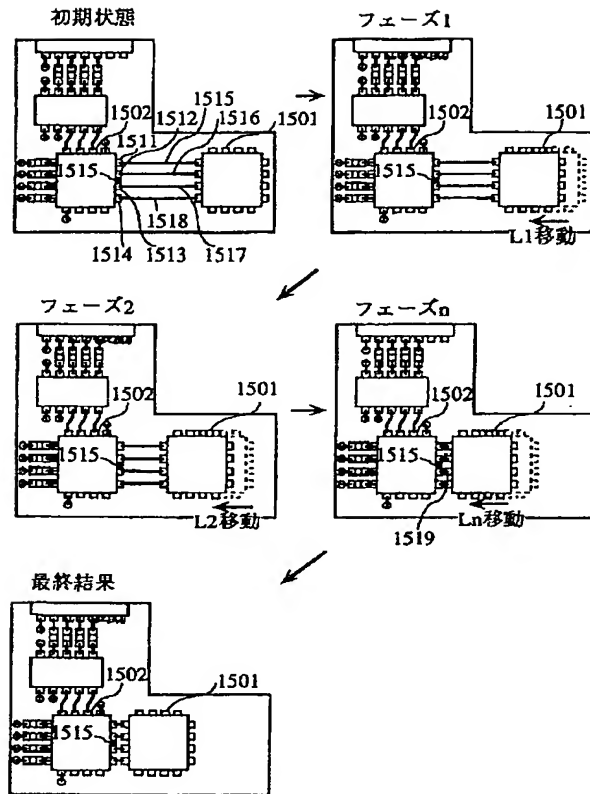
【図32】

設計情報

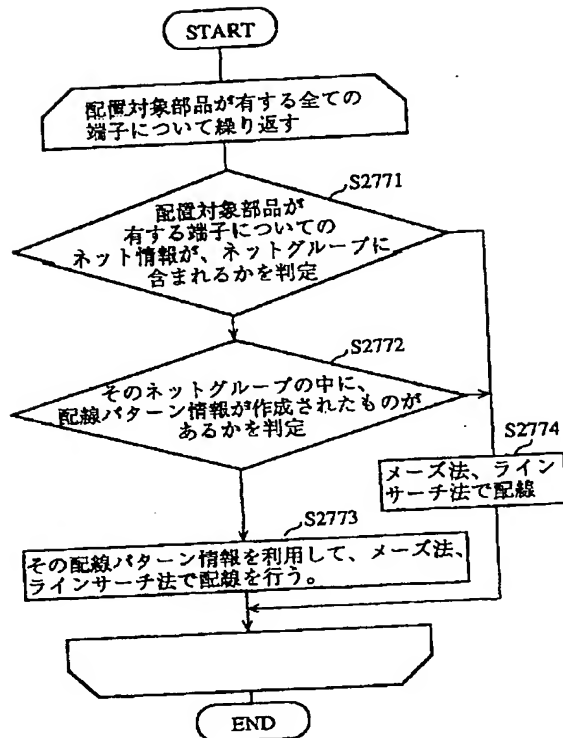
・設計対象部品	： 全部品
・設計対象ネット	： 全ネット
・設計方法	： 全配線



【図24】

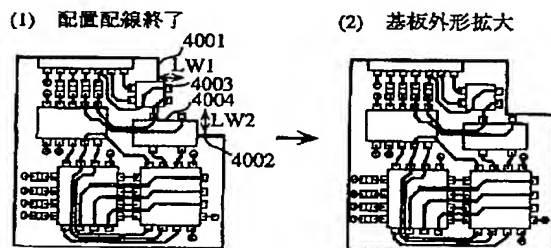


【図27】

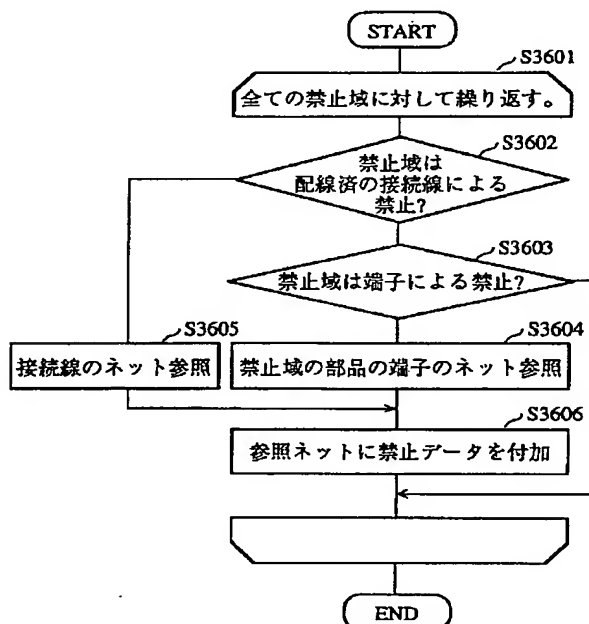


【図34】

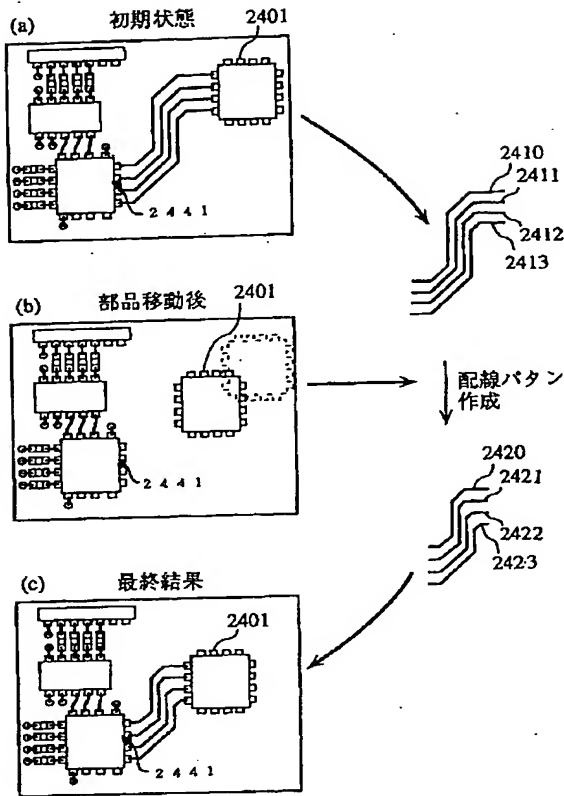
ネットデータ付加のフロー



【図46】

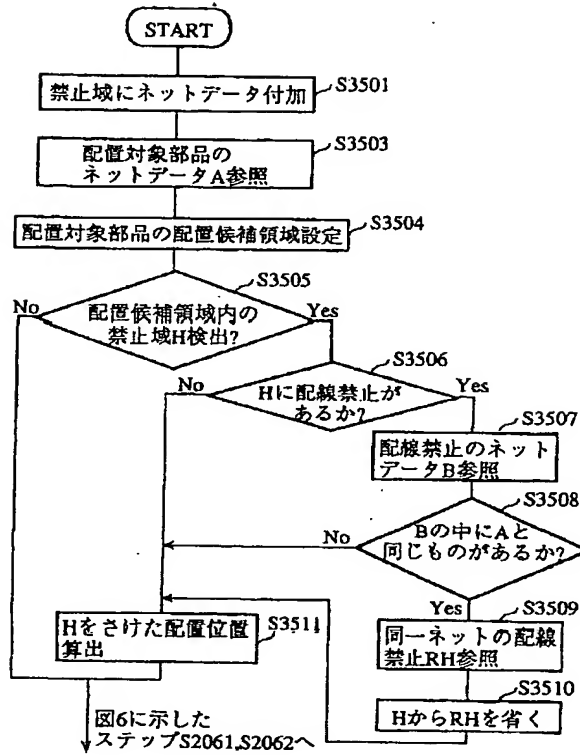


【図28】



【図33】

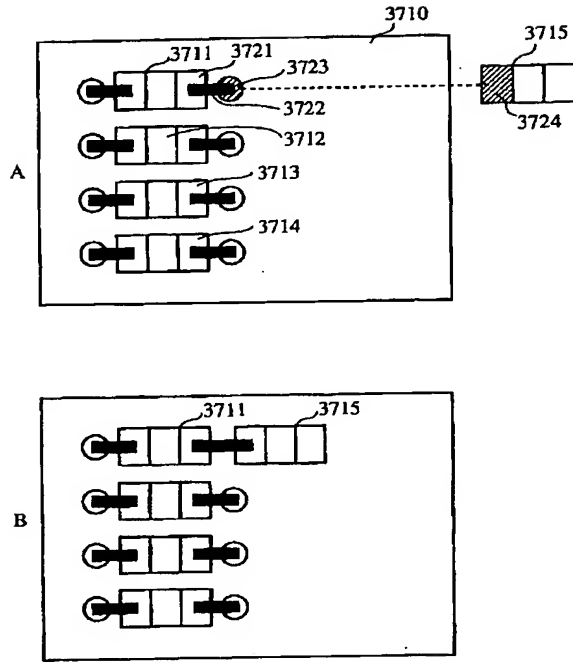
実施例7のフロー図



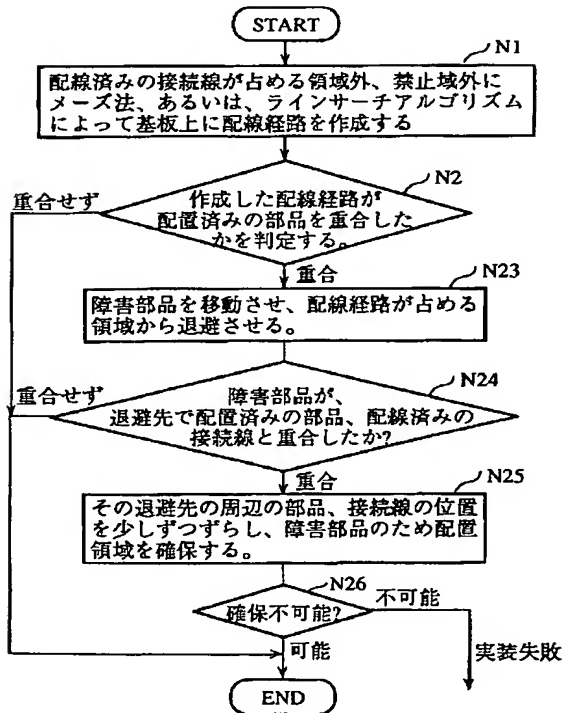


【図36】

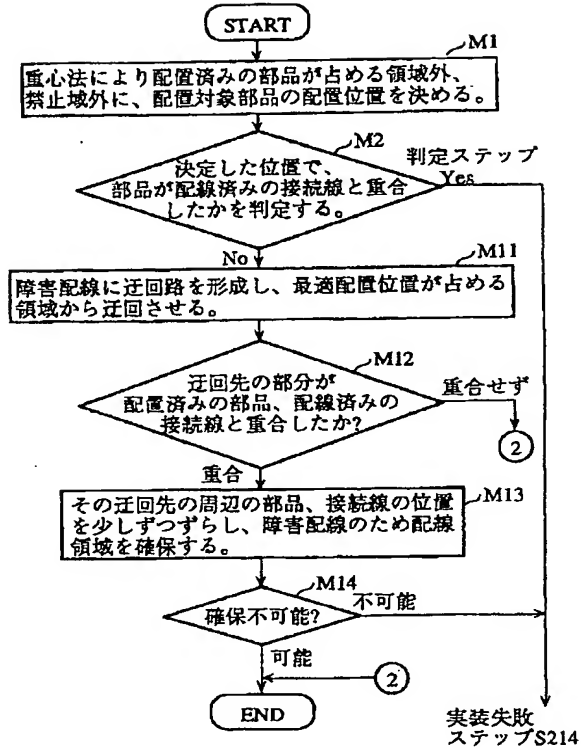
実施例の説明図



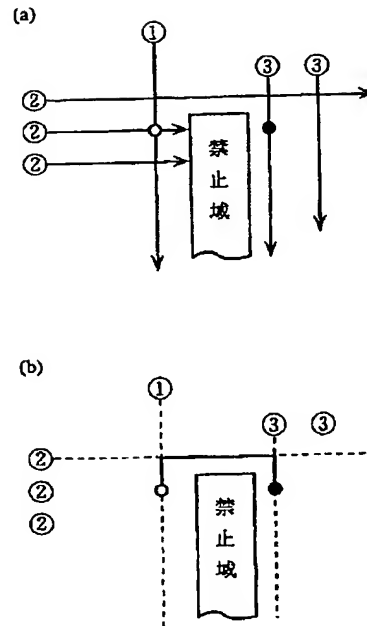
【図40】



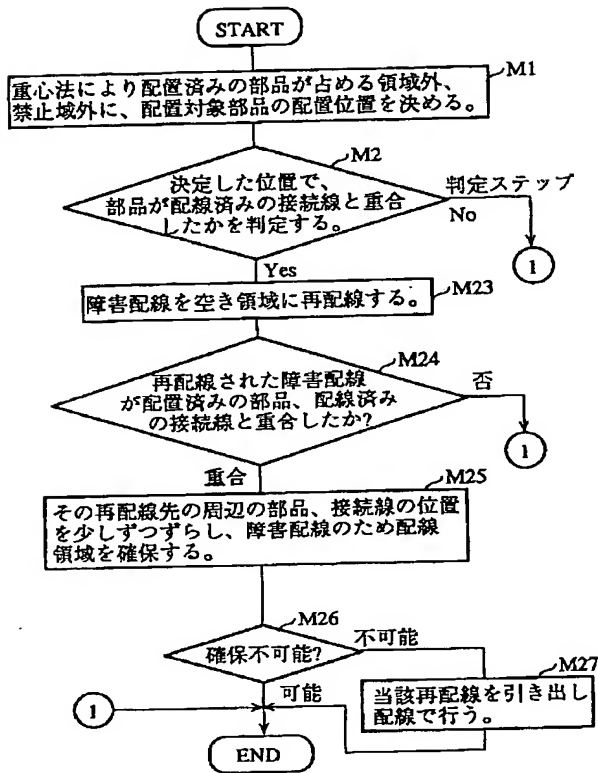
【図37】



【図48】

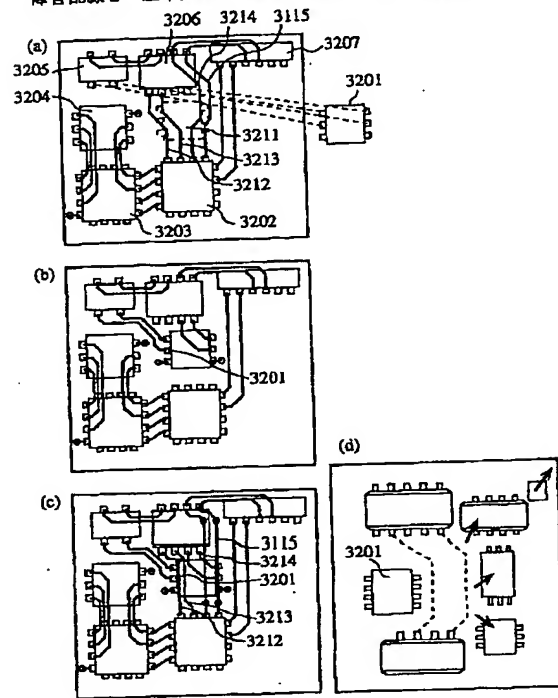


【図38】

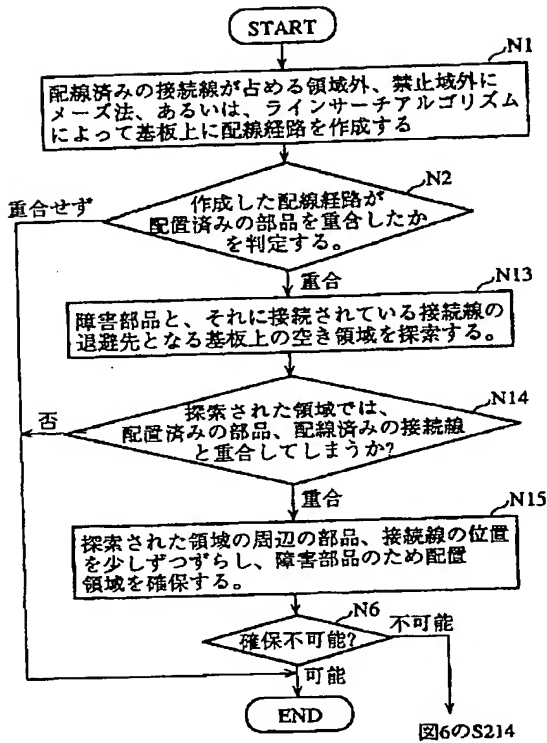


【図39】

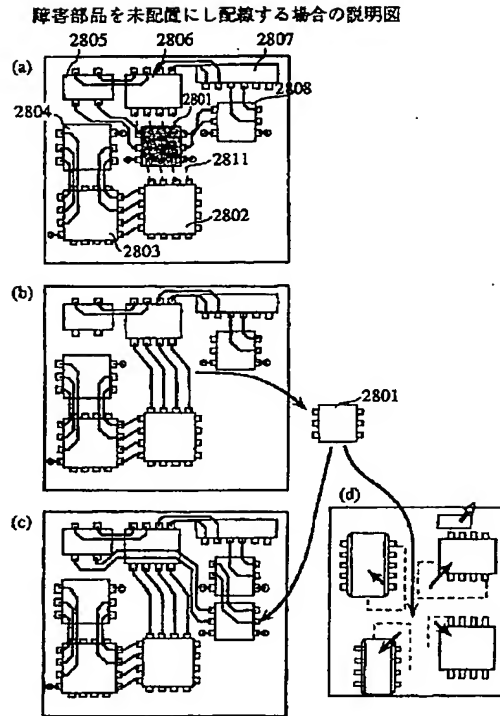
障害配線を一旦未配線にし配置し配線する場合の説明図



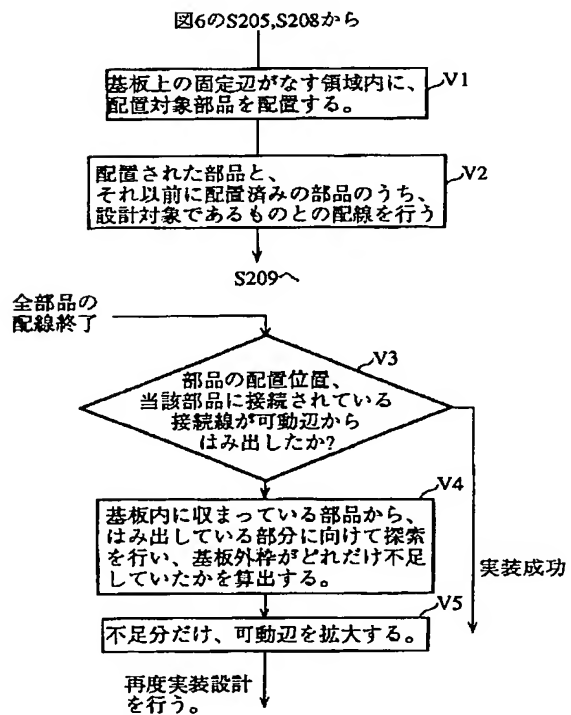
【図 4 1】



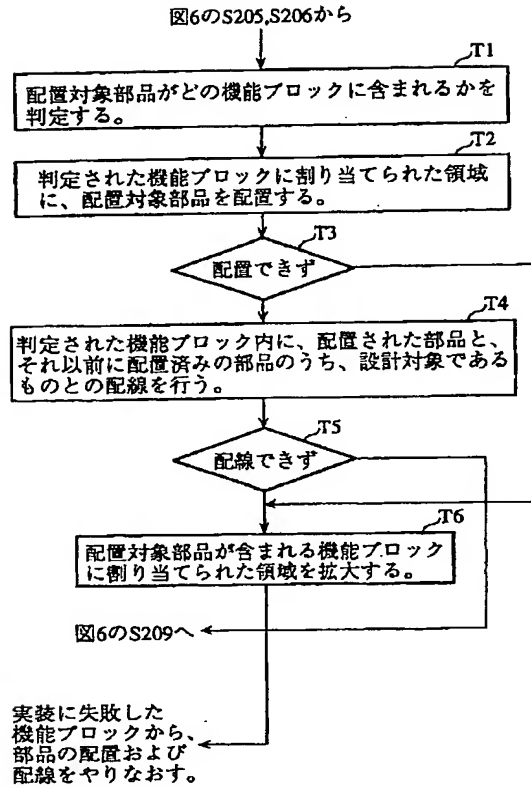
【図 4 2】



【図 4 5】



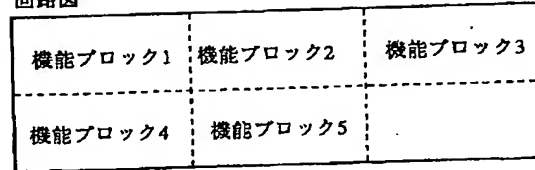
【図43】



【図44】

(a)

回路図

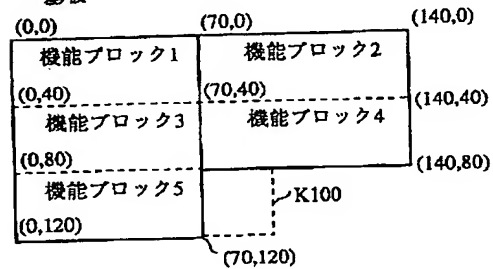


(b)

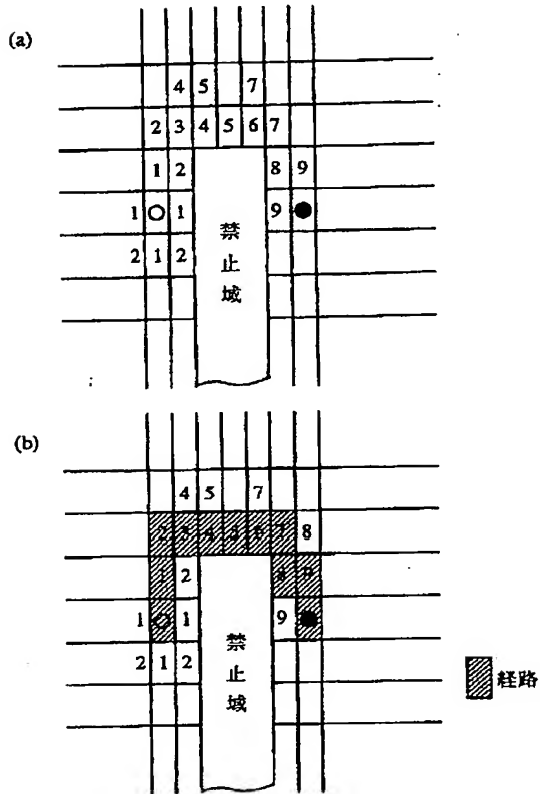
機能ブロック名	部品番号	割り当て情報
機能ブロック1	IC11、IC12、IC13、IC14	(0,0)(0,40)(70,40)(70,0)
機能ブロック2	IC21、IC22、IC23	(70,0)(140,0)(70,40)(140,40)
機能ブロック3	IC31、IC32、IC33、IC34	(0,40)(0,80)(70,40)
機能ブロック4	IC41、IC42	⋮
機能ブロック5	IC51、IC52、IC53、IC54	⋮

(c)

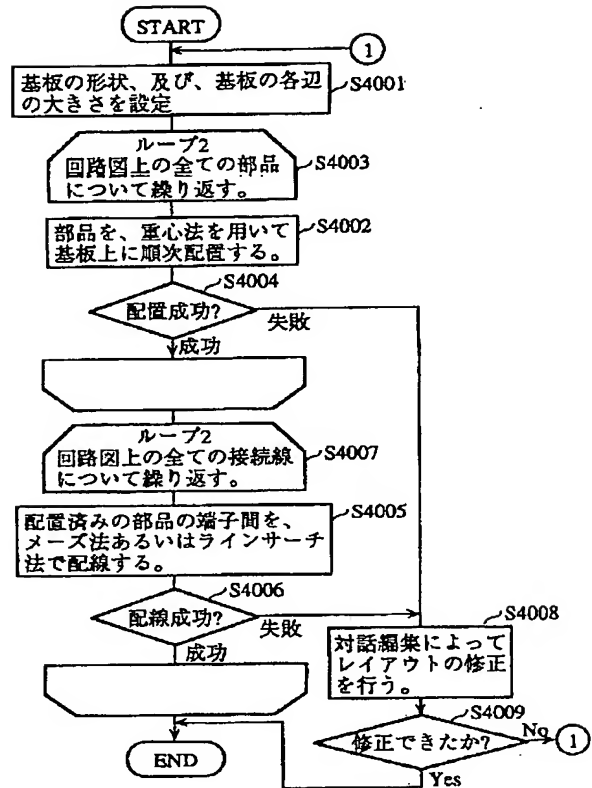
基板



【図 47】



【図 49】



フロントページの続き

(72)発明者 吉村 宏之  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 西村 祐一  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**